L. LIX. 99

Chr. 175

99.

LEHRBUCH

DER

PHYSIOLOGISCHEN CHEMIE

VON

Dr. R. F. MARCHAND,
PROFESSOR DER CHEMIE AN DER UNIVERSITÄT ZU HALLE.

BERLIN,
VERLEGT VON M. SIMION.
1844.

DEM

HERRN GEHEIMEN MEDICINAL-RATH

DR. S. F. BAREZ,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN, RITTER ETC. ETC.

IN

DANKBARSTER VEREHRUNG

ZUGEEIGNET

VOM

VERFASSER.

VORREDE.

Das gegenwärtige Werk, welches ich später als ich Anfangs hoffen durfte, dem Publikum vollendet übergebe, soll in kurzer Darstellung die Haupterscheinungen der physiologisch-chemischen Vorgänge im thierischen Organismus enthalten. Ich habe mich bemüht, hierbei eine kritische Betrachtung anderer Ansichten als die meinigen sind, möglichst zu verbannen; wo sie sich dennoch eingeschlichen hat, sollte sie nichts Verletzendes haben, vielmehr zu der Prüfung durch das Experiment auffordern, denn allein durch die wiederholte Erfahrung kann ein streitiger Punkt festgestellt werden, nicht aber dadurch, dass der eine Theil etwas fortwährend bejaht, das von dem andern eben so standhaft verneint wird.

Man wird das Kapitel über die Respiration und die thierische Wärme kürzer behandelt finden, als man der Wichtigkeit des Gegenstandes nach mit Recht würde erwarten können; ich habe mich seit mehr als einem Jahre fast ausschliesslich mit den Untersuchungen hierüber beschäftigt, um die Resultate für das Lehrbuch benutzen zu können; ich bin bis jetzt noch nicht so glücklich gewesen, das Ziel vollständig zu erreichen, wonach ich mit Fleiss und Beharrlichkeit strebte; da ich die Beendigung

dieser Arbeit in diesem Augenblicke noch nicht voraussehen kann, so habe ich es vorgezogen, hier eine kurze Darstellung dieses Gegenstandes zu liefern, den ich nun in einer eigenen Schrift zu behandeln gedenke, die auch die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen vollständig enthalten wird.

Die zahlreichen Werke über die Chemie in ihrer Anwendung auf Medicin und Physiologie, die in diesem Augenblicke erscheinen und erschienen sind, von Liebig, Lehmann, Mulder u. A. zeigen das erhöhte Interesse an einem Zweige der Wissenschaft, der früher nur in sehr einseitiger Weise bearbeitet wurde. Es wird durch diese Werke das Interesse noch gesteigert werden, und die Aufmerksamkeit der noch nicht darauf Achtenden wird auch erregt werden; dadurch allein wird es möglich sein, Lükken auszufüllen, deren wir leider in diesem Augenblicke nur zu zahlreiche noch wahrzunehmen haben. Sollte gegenwärtiges Werk etwas dazu beitragen können, die Theilnahme an der physiologischen Chemie zu erhöhen und sie hin und wieder zu erwecken, so wird der Zweck des Verfassers erreicht sein.

Halle den 1. August 1844.

R. F. Marchand.

INHALT.

Seite.

Vorrede . V

Einleitung . 1

Entferntere Bestandtheile des thierischen Organismus 9

Vorkommen der entfernteren Bestandtheile 12

Aufnahme der entfernteren Bestandtheile 16

Aufnahme der metallischen Elemente in den Pflanzen . . . 18

Aufnahme des Stickstoffes. 21

Aufnahme von Wasserstoff und Kohlenstoff 22

Aufnahme der Elemente in den Thieren 23

Nähere Bestandtheile des thierischen Organismus . . 24

Gasarten im thierischen Körper 26

Wassermenge im thierischen Körper 30

Tabelle der einzelnen Substanzen 33

Anorganische und organische Bestandtheile 37

Künstliche Darstellung der Mineralien 38

Künstliche Darstellung organischer Verbindungen 40

Unterschiede der anorganischen u. organischen Verbindungen 46

Wirksamkeit der Lebenskraft 52

Katalytische Erscheinungen 55

Wirkungen der Nerven. 61

Krystallisation und Organisation 64

Organisirte Bestandtheile des Körpers 81

Die Knochen . 83

Chemische Zusammensetzung der Knochen 85

Zusammensetzung der Thierknochen 96

Zusammensetzung der fossilen Knochen 98

Seite.

Veränderung der Knochen durch Krankheit 102
Thierische Substanz der Knochen 109
Leimgebende Gewebe. Collagen 110
Leim (vergl. p. 165.) 114
Leucin und Leimsüss 123
Leim als Nahrungsmittel 124
Knochenmark 127
Knochenhaut 128
Bildung und Structur der Knochen 129
Die Zähne 131
Zahnschmelz 132
Zahnsubstanz 134
Zähne der Thierarten 135
Fossile Zähne 136
Krankhafte Veränderung der Zähne 137
Die Knorpel 139
Die wahren Knorpel 140
Chondrigen. Chondrin. 141
Die Faserknorpel 144
Die Gelenke und Bänder 144
Die Muskeln mit den darin befindlichen Geweben, Gefässen und deren Flüssigkeiten. 146
Die Muskeln 147
Structur der Muskeln 148
Farbe der Muskeln 149
Irritabilität der Muskeln 150
Chemische Eigenschaften der Muskeln 152
Salze der Muskeln 156
Verbindungen der Salze durch Flächenanziehung 158
Extracte des Fleisches 160
Osmazom . 161
Zomidin. Kreatin 162
Sehnen und Aponeurosen 163
Chemische Eigenschaften der Sehnen 164
Zusammensetzung des Collagens 165
(Ueber die chemischen Aequivalente Anm.).
Ossa sesamoidea 169
Das Bindegewebe 170
Emphysem . 171
Oedem. Anasarsa 172

Seite.

Das Fett im thierischen Körper 173
Chemische Eigenschaften des Fettes 176
Verseifung der Fette 177
Stearin. Margarin. Elaïn 180
Fettsäuren . 182
Wurstgift. Käsegift 184
Fettsäuren im thierischen Körper 186
Leichenfett . 187
Fette verschiedener Thierklassen 189
Leberthran . 191

Gefässe welche die Muskeln durchdringen.

Die Lymphgefässe und die Lymphe 190
Mikroskopische Untersuchung 196
Chemische Analyse der Lymphe 199
Lymphgefässe . 200
Resorption der Lymphgefässe 201
Capillarität . 202
Blutgefässe und das Blut 204
Das Herz und der Blutkreislauf 205
Arterien und Venen 209
Das Blut . 212
Physikalische Eigenschaften. Farbe 213
Dichtigkeit des Bluts 215
Geruch des Bluts 216
Mechanische Zerlegung des Bluts 217
Gerinnung des Bluts 218
Blutkuchen . 219
Blutwasser . 223
Crusta inflammatoria 224
Chemische Bestandtheile des Bluts 225
Salze des Bluts 226
Organische Bestandtheile des Bluts 227
Die Proteïnverbindungen 229
Das Albumin . 232
Gerinnung des Albumins 233
Gerinnung des Albumins durch Hitze 237
Faserstoff . 241
Aufgelöster Faserstoff 242
Geronnener Faserstoff 243
Eigenschaften des Fibrins 244

Seite.

Verhalten des Fibrins zum Sauerstoff 246
Fibrin und Albumin 248
Blutroth . 249
Veränderung des Blutroths 252
Haematin . 253
Eisengehalt des Organismus 254
Globulin und Caseïn 256
Fernere Farbstoffe des Bluts 257
Fettarten des Bluts 258
Verschiedene im Blute enthaltenen Stoffe 259
Blutflecken . 261
Blut in Krankheiten 262

Das Nervensystem.

Das Gehirn . 263
Flüssigkeiten des Gehirns 265
Zusammensetzung des Gehirns 266
Nähere Bestandtheile des Gehirns 267
Cholestearin . 268
Cerebrinsäure. Oleophosphorsäure 271
Rückenmark und Nerven 274

Die Sinnesorgane.

Der Geschmackssinn 274
Der Gesichtssinn 276
Der Geruchssinn 279
Der Gehörssinn 281
Die Haut mit ihren Fortsätzen 281
Hautabsonderungen 284

Die chemischen Processe im thierischen Organismus mit ihren Organen 287
Processe der Absonderung 288
Harnsecretion 288
Nierenstructur. Zusammensetzung 289
Der Harn . 289
Bestandtheile des Harns 292
Harnstoff . 293
Constitution des Harnstoffs 295
Physiologische Bedeutung des Harnstoffs 296
Bildung des Harnstoffs u. der übrigen Secretionsproducte 297
Harnsäure . 300
Zusammensetzung der Harnsäure 301

Seite.
Zersetzungsprodukte der Harnsäure 302
Allantoin 303
Purpursäure 306
Erkennung der Harnsäure 308
Hippursäure. Benzoësäure 309
Bildung der Hippursäure 360
Bildung der Harnsäure im menschlichen Organismus . . 313
Gichtische Ablagerungen 314
Harnsteine 315
Qualitative Untersuchung der Harnsteine 319
Entfernung der Harnsteine 320
Zuckrige Harnruhr 325
Zusammensetzung des Harnzuckers 327
Erkennung des Zuckers im Urin 329
Diabetes insipidus 330
Fernere Bestandtheile des Harns. Farbstoff 331
Milchsäure im Harn 332
Harn in Krankheiten 335
Allgemeine Betrachtungen über den Harn 339
Geschlechtliche Secretionen 340
Die männliche Saamenflüssigkeit 341
Weibliche geschlechtliche Secretionen. 345
Das Ei.
Eiweiss . 346
Eigelb. Bebrütung des Eies 347
Eientwickelung der Säugethiere 352
Amniosflüssigkeit 353
Die Milch 354
Butter . 355
Buttersäure 357
Käsestoff . 359
Milchzucker 362
Gährungsfähigkeit der Milch 364
Milchsäure 365
Extractivstoffe der Milch 366
Salze der Milch. Prüfung der Milch 367
Colostrum. Milchkügelchen 368
Uebergang der Stoffe in die Milch 369
Process der Ernährung und Verdauung 370
Nahrungsmittel. Erdessen 372

Seite.
Verdauungsapparat 393
Magen der Wiederkäuer 400
Darmkanal mit seinen Anhängen 401
Verdauungssäfte. Schleim 403
Speichel . 405
Speichelsteine . 414
Magensaft . 415
Pepsin . 418
Darmsaft . 420
Pankreatischer Saft 421
Galle . 421
Gallensteine . 426
Einwirkung der Galle bei der Verdauung 427
Process der Verdauung 428
Excremente . 435
Meconium . 436
Chylus . 437
Aufnahme von Fett 438
Process der Respiration 441
Zusammensetzung der atmosphärischen Luft 442
Veränderung der Luft durch das Athmen 445
Veränderung des Bluts beim Athmen 454
Thierische Wärme 456

EINLEITUNG.

Die Erscheinungen des Lebens im thierischen Organismus, die Veränderungen, welche durch diese im Körper hervorgerufen werden, die Metamorphosen endlich, die darin nach dem Erlöschen des Lebens eintreten, sind grossentheils Resultate chemischer Processe, die zwischen den einzelnen Bestandtheilen des Körpers selbst, sowie zwischen diesen und ausserhalb befindlichen Stoffen in Thätigkeit treten. Diese Reactionen sind um so mehr rein chemischer Natur, je weniger andere Einflüsse vorhanden sind, die gleichfalls an der Hervorbringung der Phänomene Theil nehmen, welche wir unter dem Begriff des Lebens zusammenfassen, so dass der leblose, gestorbene Organismus uns Erscheinungen zeigt, die oft genau mit denen übereinstimmen oder wenigstens die grösste Analogie mit denen darbieten, die wir selbst willkührlich hervorzubringen im Stande sind. Zwar muss ein jeder chemische Process, wo er auch immer auftrete, den allgemeinen chemischen Gesetzen Folge leisten, und wir können nirgend eine Ausnahme von Regeln auffinden, deren Sicherheit und Richtigkeit sich aus der Beobachtung der chemischen Verhältnisse überhaupt ergeben hat. So werden wir überall finden, dass ein auflösliches oder unauflösliches Bleioxydsalz durch Schwefelsäure zerlegt wird, indem sich das unlösliche schwefelsaure Bleioxyd bildet; der Ort dieses Vorganges sey das Reagenzglas, der Magen, oder der Darmkanal. Die Arbeiter der Bleiweissfabriken leiden nicht an der Bleikolik, wenn sie die Schwefelsäure-Limonade geniessen.

Häufig indessen treten scheinbar unbedeutende Nebenumstände auf, die leicht übersehen werden können, und dann,

wenn sie unbeachtet bleiben, unsere Beobachtung verwirren, indem wir Erscheinungen sehen, die uns das Gegentheil von dem zeigen, was zu erwarten wir uns berechtigt glauben.

Wir wissen, dass Arsenik und Arsenik-haltende Verbindungen, namentlich wenn sie auflöslich sind, sehr zerstörend auf den Organismus einwirken. Das ungemein leicht in Wasser auflösliche Alkargen, welches über 51 $\frac{0}{0}$ Arsenik enthält, ist durchaus nicht giftig, während man das Gegentheil davon vermuthen sollte.

Diese Nebenumstände sind im Körper so zahlreich, dass man die grösste Aufmerksamkeit auf ihre Erforschung verwenden muss, denn ohne sie zu kennen, werden wir häufig von Thatsachen überrascht, die wir nicht voraus sehen konnten, und deren Grund uns vollständig verborgen bleibt. Sobald der Lebensprocess selbst thätigen Antheil an der chemischen Reaction nimmt, so verliert diese von ihrer Einfachheit, es häufen sich Combinationen, die schwierig verfolgt, und noch schwieriger erklärt werden können.

Dagegen sehen wir nicht selten im Körper Einwirkungen der Stoffe auf einander genau in der Art auftreten, wie wir sie täglich in unseren Laboratorien hervorbringen, und diese Einwirkungen sind häufig wichtige und nothwendige Momente in dem Lebensprocesse selbst.

Die Veränderungen, welche das Blut beim Athmen erleidet, sind wir im Stande so vollständig nachzuahmen, dass wir den Athmungsprocess genau an den Erscheinungen studiren können, die wir ausserhalb des Körpers beobachten. Die Umwandlungen, welche die Speisen im Magen bei der Verdauung erleiden, können wir künstlich so vollständig hervorbringen, dass wir kaum irgend eine ähnliche Operation kennen, deren Ausführung wir so in unserer Gewalt hätten.

Nicht im Stande sind wir indessen, das Blut selbst jetzt so zu verwandeln, dass wir daraus die Stoffe erzeugen, die der lebende Körper daraus bildet, nicht im Stande sind wir, die verdauten Speisen in solche Verbindungen umzuändern, wie sie im Blute enthalten sind. Dazu gehört eine neue, uns nicht zu Gebote stehende, ihrem Wesen nach unbekannte, nur ihren Wirkungen nach bekannte Kraft, die Lebenskraft selbst.

Wir kennen zwar nicht das Wesen irgend einer Kraft; wir kennen sie nur ihren Wirkungen nach, ohne erklären zu können, wesshalb sie gerade in dieser Art und Weise wirken müsse; aber indem wir genau mit den Erscheinungen bekannt sind, welche durch diese Kraft hervorgerufen werden, und unter allen Umständen hervorgerufen werden, so ist es uns möglich gewesen, Gesetze aufzustellen, denen die Kraft in ihrer Wirksamkeit folgt, und welche sie niemals verletzt. Sie ist uns dann vollständig bekannt, ohne dass wir eigentlich angeben können, worin sie ihrem Wesen nach besteht. Auf ähnliche Art kennen wir eine Anzahl chemischer Verbindungen in ihren Beziehungen zu andern Stoffen sehr genau, ohne im Stande zu sein, sie selbst darzustellen; doch können wir mit Sicherheit die Erscheinungen voraussehen, welche sie unter gewissen Umständen hervorbringen können. Das Fluor, ein einfacher Stoff, ist erst in der neusten Zeit isolirt worden, obwohl wir schon lange seine Eigenschaften in chemischer Beziehung, seine Verwandtschaftskräfte u. s. w. genau kannten.

So lange indessen die Kräfte uns so weit unbekannt sind, dass wir über die Art ihrer Wirkung weder Erklärung noch Kenntniss haben, so dürfen wir die Kraft selbst nur als eine uns unbekannte betrachten, und dann ist nichts leichter, nichts gewöhnlicher, als dass man diese unbekannte Grösse dazu zu benutzen sucht, alle unbekannten, unerklärten Phänomene scheinbar zu erklären. Die Elektricität hat auf diese Weise lange Zeit die Rolle einer allgemeinen Ursache spielen müssen; Alles, was man nur zu deuten nicht im Stande war, erfolgte nach elektrischen Processen. Das Gewitter und die Verdauung waren Wirkungen einer und derselben Kraft; die Erzeugung des Thieres und die Erschütterungen der Erde waren durch nichts als durch Elektricität zu erklären. Je mehr man die Elektricität aber kennen lernte, desto mehr verschwand ihre ausgedehnte Anwendung, und es wird immer seltener, dass man die zur Redensart gewordene Phrase vernimmt: „es hat elektrische Ursachen“.

Je weniger man mit den Erscheinungen vertraut war, die sich im Lebensprocess zeigen, um so mehr war man in Ver-

legenheit, auf welche Weise man sie erklären sollte. Man nahm seine Zuflucht zu Elektricität, Galvanismus, Magnetismus, um durch Unbekanntes noch Unbekannteres zu deuten.

Als man zur Ueberzeugung gelangte, dass diese Agentien nicht die beobachteten Phänomene hervorbringen konnten, begnügte man sich, Alles, was man im Körper wahrnahm, aus der Lebenskraft abzuleiten, und auf diese Weise an die Stelle einer Erscheinung ein Wort zu setzen.

Das genauere Studium, die sorgfältigere Beobachtung der Vorgänge im lebenden Organismus hat gezeigt, dass man auf der einen Seite eine Menge von bekannten, auch anderweitig auftretenden Erscheinungen antrifft, auf der andern Seite aber keinesweges mit einer blossen Worterklärung auskommt, sondern eigenthümliche, aller Analogie ermangelnde Processe wahrnimmt.

Um diese Processe alle gehörig auffassen und würdigen zu können, bedarf es der innigen Vertrautheit mit den chemischen Gesetzen, der Bekanntschaft mit den physikalischen Erscheinungen, und endlich der Kenntniss von dem Bau des Organismus. Sind diese Erfordernisse erfüllt, so kann daraus ein eigener Zweig der Chemie erstehen, welcher eine wesentliche Erweiterung dieser Wissenschaft darbietet, und der Physiologie einen Anhaltspunkt gewährt, den sie nicht ohne Vortheil benutzen wird.

Nicht lange ist es, dass man gesucht hat, eine Vereinigung dieser drei nothwendigen Elemente zu erlangen, aber schon in dieser kurzen Zeit ist es möglich gewesen, aus den gesammelten Erfahrungen Grundsätze abzuleiten, welche als die Basen einer entstehenden Wissenschaft betrachtet werden dürfen.

Nicht selten hatte man sich früher darauf beschränkt, eine jede Erscheinung, wenn es irgend möglich war, auf chemischem Wege erklären zu wollen; man betrachtete den Körper gewissermassen als eine Retorte, in der man jede beliebige chemische Reaction vornehmen könnte; gleichviel, ob ihre Wände durch den animalischen Körper oder durch Glas und Porzellan gebildet werden. Nicht selten finden wir noch heute dergleichen orthodox chemische Ansichten ausgesprochen, welche je-

doch meist auf einseitig aufgefassten, oder fehlerhaft angestellten, oder endlich auf gar keinen Beobachtungen beruhen.

Der Gegensatz davon ist die Ansicht, welche alle Erscheinungen im animalischen, wie im vegetabilischen Organismus nach sogenannten dynamischen Principien zu erklären sucht, und welche eine jede im Körper noch so deutlich rein chemische Reaction als eine dem Organismus eigenthümliche reserviren, und auf diese Weise eine ganz neue organische Chemie schaffen möchte, die nichts im Geringsten mit der sogenannten Mineralchemie, der unorganischen Chemie, gemein haben sollte. Wir würden dann eine neue organisch-chemische Verwandtschaftslehre erhalten, neue organisch-chemische Aequivalente, wenn anders diese Begriffe in der neuen Wissenschaft geduldet würden. Man hat oft geglaubt, dass in dem Augenblick, wo ein Stoff, eine Verbindung die Schwelle des Organismus überschritten, auch alle ihre Eigenschaften verschwunden seyen; mit neuen, uns unbekannten Eigenschaften träten sie in ein neues Reich, dessen Pforten für uns verschlossen blieben, das uns selbst nur Raum zu Ahnungen und Träumen übrig liesse. Es ist denn auch in der That nicht unterlassen worden, in diesem neuen Reiche soviel zu träumen und zu ahnen, dass eine jede nüchterne Beobachtung sich daneben lächerlich ausnahm und es kaum wagen durfte, in ihrem prunklosen Gewande neben der poetisch geschmückten Phantasie zu erscheinen.

Wenn beide Ansichten, zu einseitig und zu wenig daher den Erwartungen und den Erfordernissen entsprechend, nicht lange den Beifall der Physiologen sich erhalten konnten, so hatten beide das Verdienst, sich gegenseitig Schranken zu setzen. Bald erkannten die Anhänger der einen Theorie, dass sie ohne die andere nicht auskommen könnten, und es war endlich möglich, dass aus der Vereinigung beider eine Wissenschaft entstehen konnte, welche ebenso positiv genannt werden darf, wie die übrigen Erfahrungswissenschaften.

Wenn hin und wieder ein von seiner Wissenschaft zu begeisterter Chemiker auftritt, der, mit Verachtung alles Andere zurückweisend, was nicht Chemie heisst, in jeder Erscheinung

einen rein chemischen Process zu entdecken glaubt, so darf man diess nur als eine einseitige Ausschweifung betrachten, welche sich selbst den grössten Schaden zufügt. Durch falsch angewendete Grundsätze werden die richtigen Erklärungen verdächtigt, und man ist nicht selten geneigt, das Ganze bei Seite zu setzen, weil die Sonderung des Wahren vom Falschen mit zuviel Mühe verbunden ist. Wenn die Vergiftung mit Schwefelsäure, mit salpetersaurem Silberoxyd, wenigstens in der ersten Wirkung, ganz richtig auf rein chemischem Wege erklärt wird, so geht man zu weit, eine ganz ähnliche Reaction in dem Erlöschen des Lebens durch Strychnin und Blausäure zu suchen. Es ist nur noch ein kleiner Schritt, auch die Wirkung der Kugel, die durchs Gehirn geht, als eine chemische zu betrachten. Deshalb, weil wir in der Verdauung einen rein chemischen Process erkannt haben, dürfen wir nicht zu dem Extrem schreiten, auch in der Combination der Gedanken eine chemische Thätigkeit im Gehirn vermuthen zu wollen. Wenn Couerbe zu finden glaubte, dass das Gehirn der Wahnsinnigen besonders reich an Phosphor sey, so erinnert das fast an die Idee eines Naturforschers, welcher das angebliche Selbstleuchten der Augen aus dem Phosphorgehalt (Phosphorsäuregehalt) des Augenschwarzes zu erklären suchte.

Auf der andern Seite sehen wir hingegen Personen mit gänzlicher Unbekanntschaft der chemischen Erscheinungen sich zuweilen noch hinreissen lassen, alle Phänomene nach eigenen, willkührlich erfundenen Vorstellungen erklären zu wollen, die einer jeden Erfahrung widersprechen. Wir dürfen diess nur als einen traurigen Ueberrest aus einer Zeit betrachten, deren Andenken so bald als möglich aus unserem Gedächtniss verwischt werden sollte.

Bei der Aufstellung einer Theorie müssen wir alle uns bekannten Thatsachen zusammenfassen und sie unter derselben zu vereinigen suchen; sie ist nur die Art und Weise, uns den innern Zusammenhang der Erscheinungen vorzustellen. Ohne dass wir erwarten können, jemals die richtige Theorie aufzufinden, können wir sie doch als richtig betrachten, so lange keine gegen sie sprechende Thatsache bekannt geworden. Ist

diess der Fall, so müssen wir eine neue Theorie aufsuchen, welche auch jene Thatsachen in sich zu fassen vermag. Wir dürfen indess die alte nicht eher verwerfen, ehe wir nicht eine neue gefunden; es ist besser, in einer schlechten Hütte wohnen, als ohne Obdach sein. So muss eine Theorie der andern weichen. Neue Erfahrungen treten hinzu, und von dem Irrigen der Wahrheit immer näher schreitend, suchen wir das Ideal der Wissenschaft zu erlangen, welches uns gleichwohl so fern gerückt ist, dass unsere menschliche Unvollkommenheit uns nicht gestattet, es zu erreichen.

Aus den Beobachtungen hat sich ergeben, dass wir im lebenden Organismus chemische Erscheinungen vorfinden von zweierlei verschiedener Art. Die einen sind Folge der chemischen Verwandtschaftskräfte der einzelnen zusammentretenden Verbindungen und Elemente, und werden durch keine Nebenumstände gestört. Ich bezeichne sie mit dem Namen der rein chemischen; wir sind im Stande, sie künstlich nachzuahmen. Es gehört dahin die Veränderung des Blutes beim Athmen; die der Speise bei der Verdauung u. s. f. Die andern gleichfalls chemischen Reactionen werden eingeleitet durch die Thätigkeit, den Einfluss der Nerven, oder der Lebenskraft, oder wie man es sonst bezeichnen will; wir sind nicht im Stande, sie künstlich nachzuahmen; ich nenne sie vital chemische. Jene sind uns natürlich viel bekannter als diese, und wenn wir oft im Stande sind, jene vollständig darzustellen, zu entwickeln und zu erklären, müssen wir uns bei diesen oft damit begnügen, wenn wir von ihrem Auftreten nur etwas wissen. Wenn wir die Erforschung jener einst als fast abgeschlossen werden betrachten können, werden uns diese immer noch dunkel und unerklärt bleiben.

Lange Zeit wussten die Physiologen und die Chemiker nicht diese Trennung einzuführen, welche uns in einem unbekannten Lande als leitender Pfad dienen kann, und sie betrachteten die Chemie als ein Mittel, welches wohl über Vieles Aufklärung verschaffen könnte, dessen Anwendung aber unbekannt sey, und es auch ewig bleiben werde. Jene Trennung gestattet eine Anwendung, welche ausgedehnter ist, als man

im ersten Augenblicke vermuthen dürfte. Aber dabei ist die Chemie nicht stehen geblieben; sie hat sich nicht damit begnügt, die chemischen Eigenschaften der Stoffe zu untersuchen, welche wir aus dem thierischen Körper darzustellen vermögen, die Veränderungen zu erforschen, welche sie unter gewissen Umständen erleiden können, und nun Rückschlüsse auf die Erscheinungen zu machen, welche im lebenden Organismus Statt finden; man hat angefangen, die chemischen Reactionen im Körper selbst vorzunehmen, während er lebt; man hat die Metamorphosen untersucht, welche im lebenden Organismus erfolgen.

Man hat endlich neue Hülfsmittel dazu angewendet: die chemische Analyse und das Mikroskop. Seit das Mikroskop in die Chemie eingeführt ist, in die anorganische und organische, hat sich ein neuer Zweig gebildet, welcher für beide Theile der Wissenschaft von eben so viel Wichtigkeit werden wird, wie es die Analyse schon für beide geworden ist.

Ich werde in dieser Darstellung der chemischen Erscheinungen, welche der thierische Organismus zeigt, mich nicht auf die Abhandlung rein physiologischer Phänomene einlassen, sondern nur so viel davon anführen, wie nöthig ist, um die vital-chemischen Reactionen erklären zu können. Den Bau des thierischen und namentlich des menschlichen Körpers setze ich als bekannt voraus, da eine Beschreibung, wenn auch nur der hier wichtigen Organe, zu weit führen würde. Ehe ich die chemischen Erscheinungen selbst aufzählen und zu erklären suchen werde, will ich zuvörderst diejenigen Stoffe erwähnen, aus denen der thierische Körper gebildet ist, und welche seine sogenannten entfernteren Bestandtheile darstellen; sodann werde ich die Verbindungen nennen, die sich aus diesen Elementen zusammengesetzt haben, welche in dem Organismus fertig gebildet vorkommen und als seine näheren Bestandtheile bezeichnet werden. Ich werde es vermeiden, die rein chemischen Eigenschaften dieser Verbindungen zu erwähnen, in so fern sie ohne Einfluss auf ihr Verhalten im Körper selbst sind und nicht dazu beitragen, darin vorkommende Reactionen zu erklären. Eine solche willkührliche

Uebertragung der Erscheinungen ausserhalb des Organismus auf die, welche in demselben Statt finden, hat unendlich vielen Schaden gethan und die Entwickelung der Wissenschaft ungemein gehindert. Sodann werde ich die Processe beschreiben sowohl die rein chemischen als die vital-chemischen, welche im gesunden Organismus auftreten, darauf die Veränderungen angeben, die durch krankhafte Constitution und äussere störende Einflüsse hervorgerufen werden, und endlich diejenigen chemischen Mittel und Operationen bezeichnen, welche diesen entgegengesetzt werden können.

ENTFERNTERE BESTANDTHEILE DES THIERISCHEN ORGANISMUS.

Den Bemühungen der Chemiker ist es bis jetzt gelungen, aus den Stoffen und Verbindungen, welche auf der Erdoberfläche vorkommen, 55 Elemente oder einfache Stoffe abzuscheiden, die sich durch die uns bekannten Mittel nicht mehr in ungleichartige Bestandtheile zerlegen lassen. Ihre Verbreitung auf der Erde ist ungemein verschieden; während der Sauerstoff z. B. ungefähr $\frac{1}{3}$ der ganzen uns bekannten Erdmasse ausmacht, erscheinen einige Metalle, z. B. das Thorium so selten, dass wenige Loth davon nur im Besitz der Chemiker sind.

In den Pflanzen und Thieren kommt nur ein kleiner Theil dieser Elemente vor, jedoch erscheinen alle die in den Pflanzen enthaltenen auch in den Thieren, und umgekehrt. Die meisten der Stoffe, welche die Verbindungen des thierischen Organismus zusammensetzen, gehören zu denen, die auf der Erdoberfläche häufig vorkommen, und ihr Erscheinen in den Thieren ist gewöhnlich nicht an einzelne Thierklassen geknüpft; sie sind durch's ganze animalische Leben ziemlich gleichmässig vertheilt. Je weniger jedoch ein Thier entwickelt ist, desto weniger verschiedene Stoffe pflegt es zu enthalten. Nur selten ist es, dass bestimmte Thierklassen auch ganz bestimmte Elemente eigenthümlich enthalten, welche sie der Umgebung entziehen, in der sie leben. Häufiger ist es, dass sich bedeutende Differenzen zeigen hinsichtlich der Quantität, welche ein

oder das andere Thier von diesem oder jenem Stoffe aufgenommen hat. Zuweilen treffen wir nur Spuren des Stoffs bei dem einen Thiere an, während wir bei anderen grosse Mengen davon finden. Gewöhnlich constituiren indess diese schwankenden Elemente Körpertheile, welche nicht wesentlich zur Erhaltung des Lebens beitragen. Die wichtigen, sogenannten edlen Organe sind in Beziehung der Elemente, die sie enthalten, selbst was die Quantität derselben anbetrifft, bei allen Thieren ziemlich übereinstimmend zusammengesetzt.

Unter allen einfachen Stoffen sind es hauptsächlich vier, welche nicht nur in allen Thieren, sondern auch in allen einzelnen Theilen, und sogar mit nicht bedeutenden Ausnahmen in allen Verbindungen auftreten, welche durch den thierischen Organismus erzeugt werden. Es sind diess die nichtmetallischen Elemente, welche die ausgedehnteste Verbreitung auf der Erdoberfläche besitzen: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff. Die drei ersteren, im freien Zustande nur als permanente Gasarten bekannt, liefern unter einander Verbindungen, welche dessenungeachtet zum Theil alle drei Aggregatzustände annehmen können. Der Kohlenstoff, im freien Zustande nur in fester Form auftretend, welche durch kein Mittel verändert werden kann, geht mit andern Stoffen Vereinigungen ein, welche eben so wenig an einen bestimmten Aggregatzustand gebunden sind, welche nicht einmal eine entschiedene Neigung zu einem oder dem andern zeigen. Es ist eine unrichtige, jeder Erfahrung widersprechende Ansicht, wenn man annimmt, Verbindungen aus jenen Gasarten würden nicht geeignet sein, feste Formen anzunehmen, und nur durch die Gegenwart des Kohlenstoffs werde gewissermassen das feste Princip in dieselben hineingebracht. Wir wissen vielmehr, dass in dieser Beziehung sich durchaus keine Regel für die Erscheinungen feststellen lässt. Wir sehen sogar überall, wo zwei Elemente sich mit einander verbinden, die physikalischen Eigenschaften der Bestandtheile so gänzlich verschwinden, dass z. B. der absolut unschmelzbare Kohlenstoff mit dem bei 111° C schmelzenden Schwefel einen Körper zu liefern im Stande ist, den Schwefelkohlenstoff, welcher erst bei — 60° C aus dem flüs-

sigen Zustand in den festen übergeht, und bei + 47° C schon siedet. Während die beiden permanenten Gasarten, Wasserstoff und Sauerstoff, eine bei der gewöhnlichen Temperatur tropfbar flüssige, erst bei 100° C siedende Verbindung bilden, das Wasser, so liefern Kohlenstoff und Sauerstoff unter Andern die gasförmige Kohlensäure, welche durch Kälte und Druck tropfbar flüssig gemacht werden kann, aber in diesem Zustande bei dem gewöhnlichen Barometerstande nach der Berechnung ungefähr schon bei — 160° C sieden würde.

Der Aggregatzustand der eine Verbindung constituirenden Elemente ist also, so weit unsere Einsicht jetzt reicht, völlig ohne Einfluss auf den Aggregatzustand der neuen Verbindung selbst.

Ganz ebenso ist es mit der Farbe. Nichts ist gewöhnlicher, als dass man dem Uebermasse von Kohlenstoff die Ursache einer dunklen Färbung zuschreibt; die schwarze Haut des Negers soll aus diesem Grunde eine bewunderungswürdige Menge Kohlenstoff enthalten. Ein bei dem Aderlass sehr schwarz fliessendes Blut befindet sich im Uebermass der Carbonisation, und oft glaubt man darin einen glücklich erkannten Fingerzeig der Natur zu sehen, der das einzuschlagende Mittel andeutet. Diese schwärzende Kraft wird indessen hier einem Stoffe zugeschrieben, welcher im reinsten Zustande, von allen fremden Verunreinigungen frei, völlig farblos ist (Diamant); welcher mit den andern Elementen unzählige Verbindungen liefert, in denen er in grosser Menge vorhanden ist, die dennoch völlig farblos sind. Dergleichen Ideen sind also irrthümlich und als solche schädlich, da sie neue, und zwar oft positiv schädliche Irrthümer herbeiführen.

Unter den genannten vier Elementen, welche im thierischen Körper so häufig erscheinen, ist es der Sauerstoff hauptsächlich, der sich durch seine ausserordentliche Verbreitung auszeichnet. Im freien Zustande erscheint er m e c h a n i s c h gemengt mit dem Stickstoff in der atmosphärischen Luft, durchschnittlich 21% dem Volumen, und 23% dem Gewichte nach davon betragend. Das Wasser enthält 88,9% an Sauerstoff, und überhaupt kann man annehmen, dass ein Drittel der ganzen uns bekannten Erdrinde aus Sauerstoff besteht. In

jeder Pflanze, ja fast in jeder in den Pflanzen enthaltenen Verbindung ist der Sauerstoff enthalten, in jedem Theile des thierischen Körpers, in jeder durch denselben gebildeten Vereinigung findet er sich.

Fast eine gleiche Ausdehnung, wenn auch nicht in den mineralischen Verbindungen der Erde, besitzt der Wasserstoff. Auch er erscheint in fast allen Theilen der Pflanzen und Thiere, tritt jedoch fast nirgend isolirt auf, meistens mit Sauerstoff zu Wasser vereinigt, selten nur mit Kohlenstoff verbunden, meist mit Sauerstoff und Kohlenstoff, häufig mit Stickstoff, und gleichfalls oft mit allen drei genannten Elementen.

Der Stickstoff, der hauptsächlichste Bestandtheil der atmosphärischen Luft, ist in derselben im freien, ungebundenen Zustande enthalten, und kommt sonst ziemlich sparsam in den mineralischen Verbindungen vor; sehr häufig jedoch in den Pflanzen, und noch öfter in den Bestandtheilen der Thiere.

Der Kohlenstoff endlich ist gleichfalls ein Stoff von ungemeiner Verbreitung. Zwar nur sehr selten ganz rein in der Natur erscheinend, bildet er im wenig vermischten Zustande mächtige Gebirge, in Verbindung mit dem Sauerstoff die Kohlensäure, welche frei erscheint, sich mit Metalloxyden zu Salzen vereinigt, die gleichfalls ausgedehnte Gebirgszüge darstellen. Ueberall in Pflanzen und Thieren auftretend, finden wir ihn fast in jeder Verbindung, welche jene Organismen enthalten.

Diese Stoffe, in den Thieren den grössten Theil derjenigen näheren Bestandtheile bildend, welche ich unten als organische Verbindungen bezeichnen werde, vereinigen sich nicht selten noch mit dem Schwefel und dem Phosphor. Diese gehen gleichfalls, obwohl in sehr geringer Menge, mit in die sogenannten organischen Verbindungen ein, während sie in viel grösserer Quantität mit Sauerstoff zu Säuren verbunden, in den anorganischen Theilen des thierischen Körpers als Salze aufzutreten pflegen.

Auch Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und namentlich der Sauerstoff erscheinen in den anorganischen Verbindungen des animalischen Körpers; der Stickstoff als Salpetersäure und Ammoniak, der Kohlenstoff als Kohlensäure, der Wasserstoff

als Ammoniak und Wasser, und der Sauerstoff als oxydirende Substanz eines jeden dort auftretenden Elementes, aber die grösste Menge von ihnen findet sich in den organischen Verbindungen.

Die übrigen Elemente sind fast alle an die sogenannten anorganischen Verbindungen geknüpft, welche im thierischen Körper auftreten, d. h. an solche, welche sich in der mineralischen Natur vorfinden, oder aus den dort vorkommenden Verbindungen abgeschieden oder zusammengesetzt werden können. Unter den nicht metallischen Elementen ist ausser den genannten das verbreitetste das Chlor. Dieses, mit dem Natrium das weitverbreitete Kochsalz bildend, kommt in dieser Verbindung auch häufig im Thierkörper vor; ausserdem aber auch an Kalium gebunden, und selbst an Wasserstoff, als die im Magensafte frei auftretende Chlorwasserstoffsäure.

Jod und Brom sind ungemein selten bis jetzt aufgefunden worden, und zwar nur in Thieren, die im Seewasser leben, welches beide Elemente in geringer Quantität enthält. In dem Oele, welches aus der Leber von Gadus Morrhua ausgesondert wird, sind sehr bemerkbare Spuren von Jod enthalten, in den Häringen ist es gleichfalls zu finden, in den Spongien-Arten, der Hülle der Sepieneier u. s. f. Das Brom soll gleichfalls in den Clupeen enthalten sein, ist auch u. A. in einer Molluskenart, in Janthina violacea, angetroffen worden. Diese beiden Stoffe, an Kalium und Natrium gebunden, sind, wie man sieht, auf solche Thiere beschränkt, welche ausschliesslich in jenem Medium leben.

In sehr geringer Quantität, wiewohl ziemlich verbreitet im Thierreich, ist das Fluor. Mit Calcium verbunden macht es einen Bestandtheil der Zähne aus. Morichini fand diese Verbindung zuerst in den fossilen Elephantenzähnen, Berzelius entdeckte sie in den Zähnen der noch lebenden Menschen und Thiere, konnte sie jedoch ebensowenig wie Erdmann in den Knochen der Thiere in bedeutender Menge auffinden. Liebig fand sie in grosser Quantität in den Schädeln der in Pompeji verschütteten Römer. In Fischknochen (von Squalus cornubicus und einem grossen Rochen) fand ich Spuren von Fluor.

Von den nichtmetallischen Elementen erscheint endlich noch der Kiesel (Silicium) in Verbindung mit Sauerstoff als Kieselsäure (Kieselerde). In höheren Thierklassen tritt diese auf der Erde so häufig verbreitete Substanz nur selten auf; die Quantität, welche man in den Knochen findet, ist unbedeutend; in den Säften der Thiere scheint sie häufiger vorzukommen. Berzelius fand Kieselsäure im Harne, ich fand sie in Harnsteinen, im Blute und an anderen Orten. Dagegen macht die Kieselsäure den wesentlichsten Bestandtheil des festen Gerüstes der kleinsten mikroskopischen Thiere aus. Die Infusorien sind grossentheils mit einem Panzer bekleidet, welcher fast aus reiner Kieselsäure besteht, und der nach der Einäscherung des Thieres unverändert, durchsichtig zurückbleibt und leicht für Kieselsäure erkannt werden kann. An einigen Orten haben sich so ungeheure Massen von den Leibern verstorbener Infusorien angehäuft, dass sie, obwohl einzeln nur durch starke Vergrösserungen erkennbar, mächtige Lager fast reiner Kieselsäure bilden. Der Grund der Lüneburger Haide ist ein oft 10—20 Fuss mächtiges Lager von Kieselsäure, welche sich bei der mikroskopischen Untersuchung als zerbrochene und häufig wohl erhaltene Panzer von Infusorien ausweist. Ich fand nur noch ungefähr $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ % thierische Substanz, und 1—1$\frac{1}{2}$ % Eisenoxyd darin. Dieses Vorkommen der Infusorienpanzer ist ziemlich häufig, und der Smirgel pflegt nur daraus zu bestehen.

Unter den Metallen sind Kalium und Natrium im Körper enthalten, vorzugsweise an Chlor gebunden, und dann in den Säften in aufgelöster Form auftretend; häufig jedoch auch als Kali und Natron mit Säuren zu Salzen vereinigt, welche theils gleichfalls in den Flüssigkeiten enthalten sind, theils aber auch Bestandtheile fester Verbindungen ausmachen. Sie sind in den Knochen von Menschen und Thieren gefunden worden; meist aber besonders Natron. Diess fand ich auch in Fischknochen, wie auch Chevreul und Dumenil.

Mehr als alle andern Metalle ist indessen namentlich bei den höheren Thierklassen das Calcium verbreitet. Dieses auf der Erde so häufige Metall, in den Verbindungen der Kalkerde

mit Kohlensäure als Kalkstein, Marmor, Kreide, mit Schwefelsäure als Gyps und Alabaster mächtige Gebirge darstellend, geht auch in grosser Quantität in den thierischen Körper über. Mit Kohlensäure, aber namentlich mit Phosphorsäure verbunden, stellt die Kalkerde das feste Gerüst des Körpers der höheren Thierklassen dar. Ueber 50% phosphorsaure Kalkerde sind in Knochen der höheren Thiere enthalten; und die anorganische Substanz besteht häufig aus 90—95% dieses Salzes.

Die niederen Thiere zeigen eine Abnahme dieses Salzes und enthalten mehr kohlensaure Kalkerde, welche namentlich dann entschieden hervortritt, wenn nicht mehr Knochen, sondern Schaalen auftreten. Die Krebsschaalen enthalten unter 56% unorganischer Substanz überhaupt, gegen 50% kohlensaure und nur gegen 3% phosphorsaure Kalkerde; die sogenannten Krebsaugen enthalten 63% kohlensaure und 17% phosphorsaure Kalkerde. In den Austerschaalen findet man 98,5% kohlensaure und 1,2% phosphorsaure Kalkerde. Ebenso besteht das Os sepiae fast nur aus kohlensaurem Kalk. Aber auch dieser Bestandtheil verschwindet endlich und macht bei manchen Thierklassen der Kieselerde Platz, die nur das Gerüst bildet, welches die weichen Theile des Körpers trägt oder zusammenhält.

Mit der Kalkerde zusammen, und namentlich in den Knochen, den Zähnen, den Flüssigkeiten, den Concretionen u. s. f. erscheint sehr häufig, wenn auch nur in geringer Quantität, das Magnesium, gewöhnlich als phosphorsaure Magnesia, und oft als phosphorsaures Magnesia-Ammoniak. In den Knochen ist indess z. B. die Menge jenes Salzes ungefähr nur 2 Procent. Es giebt auch keine Thierklasse, in welcher diess Metall vorzugsweise und in grösserer Quantität sich vorfände.

Noch seltener erscheint in irgend grösserer Menge das Mangan. Diess sonst nicht seltene Metall wird nicht häufig im thierischen Körper gefunden, und wo es auftritt, ist die Quantität nur sehr gering. Die Knochen, die thierischen Flüssigkeiten enthalten zuweilen Manganoxydul, und vielleicht öfter, als man es darin angegeben hat, da es ziemlich leicht übersehen werden kann.

An Häufigkeit mit den andern Stoffen rivalisirend, obwohl

hinsichtlich der Menge hinter vielen zurückstehend, finden wir in dem thierischen Körper das Eisen. Die Oxyde desselben, mit Phosphorsäure u. s. w. verbunden, finden sich in allen Flüssigkeiten, und in allen festen Substanzen.

Ich habe in dieser Beziehung keine einzige vergeblich untersucht; oft waren es nur Spuren, die aufgefunden werden konnten, aber diese fehlten nie. In einer merkwürdigen Verbindung erscheint das Eisen im Blute, wo es einen wesentlichen Bestandtheil des Blutrothes ausmacht und darin nach Art einer organischen Vereinigung enthalten zu sein scheint. Dabei ist das Eisen nicht aber auf gewisse Thierklassen beschränkt. Ich fand es bei Säugethieren, Fischen, Mollusken, Infusorien u. s. w., kurz überall, wo ich es aufsuchte.

Ein häufiger Begleiter des Eisens ist in der Natur das Titan. Schon vor langer Zeit vermuthete daher Humboldt, dass auch dieses Metall im thierischen Organismus enthalten sey. Rees suchte in der That die Gegenwart dieses Metalls im Blute und in den Nebennieren (!) darzuthun, was Brunner bestätigte. Ich konnte bei aller angewendeten Mühe diesen Stoff nicht auffinden, muss vielmehr glauben, Rees habe sich hier ebenso getäuscht, wie bei der Entdeckung der Titansäure in den hessischen Schmelztiegeln.

In ganz unbedeutender Quantität ist endlich noch Kupfer im Blute aufgefunden worden. Bei Gewerbtreibenden, welche mit Kupfer viel umgehen, kann dieses Metall, wie ein jedes andere, Blei, Quecksilber u. s. w. in den Körper wohl übergehen, aber Sarzeau behauptet, in jedem Blute, das er untersucht habe, Kupfer in geringen Spuren aufgefunden zu haben.

Wahrscheinlich ist es, dass ausser den genannten Stoffen noch Aluminium im Körper enthalten ist, doch ist es noch nicht gefunden worden.

In neuerer Zeit haben einige französische Chemiker, und unter diesen namentlich Orfila, die in medico-legaler Hinsicht wichtige Behauptung aufgestellt: im Körper, und vorzüglich in gewissen Theilen des Körpers, sei eine bemerkbare Menge Arsenik enthalten. Es würde das Auftreten dieses recht häufig verbreiteten Metalls durchaus nichts Auffallendes haben;

wir finden den Arsenik in einigen Mineralwässern (in Algier); aber die Beweise, welche für diese so ungemein wichtige Behauptung beigebracht sind, haben nicht die Strenge, welche man in diesem Falle zu fordern berechtigt ist. Weitere Versuche müssen darüber entscheiden. —

Wir haben also im Ganzen 18 einfache Stoffe, welche im thierischen Körper unzweifelhaft nachgewiesen sind, 11 Nichtmetalle und 7 Metalle: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff, Phosphor, Schwefel, Chlor, Jod, Brom, Fluor, Silicium; Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Mangan, Eisen und Kupfer. Zweifelhaft sind Titan, Aluminium und Arsenik.

Es muss sich uns nun natürlich die Frage aufwerfen, wie kommen diese Elemente in den Körper hinein? oder werden sie vielleicht in demselben erzeugt? Diese Frage, so oft aufgeworfen, so oft hypothetisch beantwortet, will ich hier kurz betrachten; ich werde Gelegenheit haben, bei der Darstellung der Ernährungsprocesse noch einmal auf einige Hauptpunkte derselben zurückzukommen.

Da das wachsende Thier ununterbrochen die Menge seiner Bestandtheile vermehrt, da das erwachsene Thier fortwährend eine grosse Menge von Stoffen, aus denen es besteht, aussondert, so muss es natürlich auch diese Stoffe in hinreichender Menge von Aussen aufnehmen. Diess geschieht durch die Nahrungsmittel. Diese also müssen alle die Stoffe gleichfalls enthalten, welche sich in den Thieren wieder vorfinden. Die Pflanzen selbst hingegen müssen diese Stoffe aus der Erde aufnehmen, auf der sie wachsen, oder aus der Luft, in der sie athmen. Scheinbar sorgfältig angestellte Versuche haben das Gegentheil davon erweisen sollen.

Schon vor längerer Zeit haben mehrere Naturforscher, wie Schrader, Braconnot, Greiff, dann Jablonsky u. A. Saamen verschiedener Pflanzen in verschiedene Pulver eingesäet, und sie mit destillirtem Wasser begossen. Sie wählten dazu Bleioxyd, Kieselsäure, Schrot, Schwefelblumen, u. s. f. Die keimenden Saamen wurden nur mit destillirtem Wasser genährt, und als sie abgeschnitten und verbrannt wurden, hinterliessen sie mehrere Drachmen Asche, während die ange-

wendeten Saamen selbst nur eine einzige Drachme betrugen, also eine viel geringere Quantität Asche enthielten. Die Untersuchung ergab ferner, dass die Zusammensetzung der Asche dieselbe war, wie man sie bei den Pflanzen findet, welche im gewöhnlichen Boden und unter anderen Bedingungen wachsen; man fand dort, wie hier, Kieselsäure, Thonerde, phosphorsaure Magnesia, phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde, schwefelsaures und kohlensaures Kali, Eisenoxyd u. s. f. Die Einfachheit des Bodens, die Reinheit des Wassers gestattete es nicht, anzunehmen, dass jene einfachen Stoffe aus diesen Körpern aufgenommen worden wären, die atmosphärische Luft enthält, soviel wir wissen, diese Stoffe gleichfalls nicht, man nahm daher seine Zuflucht zu der Annahme, die Lebenskraft der Pflanze sey im Stande, die Stoffe, welche mit ihr in Berührung kämen, in diejenigen umzuwandeln, die sie zu ihrer Entwickelung bedürfte. Man glaubte dadurch bewiesen zu haben, dass diese sogenannten Elemente, welche sich in jener Asche vorfanden, keinesweges Elemente seyen, sondern vielmehr auf einen gemeinsamen Urstoff zurückgeführt werden könnten, aus dem sie nur durch die Pflanze verschieden herausgebildet würden.

Die Naturphilosophie ergriff natürlich diese Erklärungsweise mit Freude, und erachtete jedes andere prüfende Experiment, wenn es gelang, für überflüssig, wenn es misslang, für täuschend.

In der Praxis indess zeigen sich so viele Erscheinungen, welche uns offenbar eines Anderen belehren, und welche uns ganz entschieden den dort übersehenen Grund des gelungenen Versuchs klar machen. Gewisse Pflanzen erfordern gewisse, ganz feststehende anorganische Bestandtheile, ohne welche sie, auch bei dem sonst fruchtbarsten Boden, nicht gedeihen können. So bedarf der Waizen ganz nothwendig des Kali's und kommt nur auf einem kalihaltigen Boden fort. Säen wir den Waizen auf kaliarmen oder gar kalifreien Boden, so verkümmert er und trägt wenig Frucht.

Ist der Boden kalihaltig, so kann man ihm diesen Bestandtheil dadurch entziehen, dass man eine Pflanze, welche dies

Alkali sehr begierig aufnimmt, darauf cultivirt. Wird daher Wermuth, welches eine Asche hinterlässt, die sehr reich an kohlensaurem Kali ist, auf diesen Boden gepflanzt, so ist er nach einiger Zeit schon unfähig, Waizen und überhaupt Grasarten zu tragen.

Esparsette bedarf eines sehr kalkhaltigen Bodens; ist derselbe arm an Kalk, so gedeiht die Pflanze nicht, u. s. f.

Wäre daher die Lebenskraft der Pflanze eine solche, dass sie die reinen Elemente, welche ihr dargeboten werden, in andere verwandeln könnte, so würden diese Erscheinungen niemals statt finden. Die Pflanze würde Kieselsäure in Kali, Kalkerde u. s. w. umzuwandeln im Stande sein und in jedem beliebigen Boden gleich gut gedeihen. Es muss daher bei den erwähnten Versuchen ein Umstand mitgewirkt haben, dessen Wichtigkeit dem Beobachter entgangen ist.

Es ist nämlich höchst wahrscheinlich, dass die Quantität der anorganischen Substanzen, welche sich in jenen Versuchen in der entwickelten Pflanze mehr gezeigt haben, als in dem Saamen selbst, aus dem in der atmosphärischen Luft schwebenden Staube hergerührt habe, den die Pflanze aufgenommen. Wenn nun eine oder zwei Pflanzen auf diese Weise behandelt werden, so ist die Menge des atmosphärischen Staubes wohl hinreichend, die gewöhnlichen anorganischen Elemente zu liefern, kann jedoch nicht ausreichen bei einer ausgedehnten Bebauung auf den Feldern.

Ich suchte diese Ansicht durch einen direkten Versuch zu bestätigen, indem ich Pflanzen keimen liess in einem Boden von Kieselsäure und bei völlig abgehaltenem Staube der Luft. Einmal säete ich die Pflanze (Klee) in stark ausgeglühten, sehr oft mit Salpetersäure ausgezogenen und sorgfältig ausgewaschenen Quarzsand, und einmal in chemisch reine, künstlich bereitete Kieselsäure. Die Schaale, in welcher diese Substanzen mit dem Saamen sich befanden, wurden auf eine gut abgeschliffene Glasplatte gesetzt und mit einer dreifach tubulirten, gleichfalls gut abgeschliffenen Glocke bedeckt. Der luftdichte Verschluss wurde durch eine dazwischen gebrachte Lage von geschmolzenem Caoutchouc vollständig bewirkt. Durch

den mittleren Tubulus ging ein luftdicht eingesetzter Glastrichter, der bis auf die Kieselsäure herabreichte, und zur Befeuchtung der Pflanze diente; war diese vorgenommen, so wurde er durch einen gut eingeriebenen Glasstöpsel verschlossen. Mit dem zweiten Tubulus war ein Aspirator verbunden, welcher mit Wasser gefüllt war, durch dessen Ausfliessen Luft in den Apparat gebracht wurde. Diese trat durch den dritten Tubulus ein, indem sie vorher in zwei Flaschen mit concentrirter Schwefelsäure gewaschen worden war. Auf diese Weise war es verhindert, dass atmosphärischer Staub in die Pflanze gelangen konnte. Zum Benetzen wendete ich Wasser an, welches nach der Verdampfung von 8—10 Quart nur 5—8 Milligramme fester Substanz hinterliess. Die Pflanzen keimten, entwickelten sich, wurden endlich geschnitten und eingeäschert. Zu meinem Erstaunen fand ich die Quantität der Asche grösser, als sie in den angewendeten Saamenkörnern gewesen war; und zwar enthielten die Pflanzen, welche in der künstlichen Kieselsäure gekeimt hatten, mehr Asche als die aus dem Sande. Bei der näheren Untersuchung zeigte sich jedoch, dass dieser Ueberschuss nur aus Kieselsäure bestand; und als die Kieselsäure, welche als Boden gedient hatte, gewogen wurde, zeigte sich ein Verlust an Gewicht, welcher sehr genau mit der Zunahme der Pflanze übereinstimmte. Dieser Versuch, der dreimal und immer mit demselben Erfolge angestellt worden ist, beweist, dass die Pflanze keinesweges das ihr zugeschriebene Vermögen besitzt, die einen anorganischen Elemente in die anderen umzuwandeln, und dass jene Resultate in der That auf fehlerhafter Beobachtung beruhten.

Die übrigen Elemente, aus denen die Pflanzen bestehen, und welche die eigentlichen sogenannten organischen Verbindungen derselben ausmachen, sind Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff. Die Pflanzen besitzen das eigenthümliche Vermögen, wenigstens zwei derselben im freien Zustande aufzunehmen, den Sauerstoff und den Stickstoff. Namentlich kann der letztere, wie es aus Boussingault's Versuchen hervorgeht, aus der Luft unmittelbar von der Pflanze aufgenommen werden. Boussingault fand, dass Pflanzen, welche

in einem Boden wuchsen, der nicht eine Spur von organischer Substanz enthielt, mehr Stickstoff enthielten, als der Saame, aus dem sie entsprossen waren. Es blieb noch die Frage zu lösen übrig, ob diess auch der Fall sey, wenn die Pflanze im Boden selbst hinreichende Quantitäten von Stickstoff vorfindet.

Ich hatte mich überzeugt, dass erwachsene Pflanzen leicht aufbewahrt werden können in einem vollständig abgeschlossenen Raume, wenn sie nur in feuchtem, fruchtbarem Boden sich befinden, dass sie selbst darin blühen und Früchte tragen können. Ich vermuthete, dass sich beim Entwickeln der Pflanze ähnliche Erscheinungen zeigen würden. Ich brachte junge Pflanzen und Saamenkörner (Kresse, Klee und Myrthen) in eine sehr dunkele, fruchtbare Gartenerde, welche ich reich an humussaurem Ammoniak und anderen humussauren Salzen fand. Die Gefässe, in welchen die Erde mit den Pflanzen sich befanden, wurden in eine tiefe Schaale gesetzt, welche mit Oel angefüllt war. Daneben brachte ich Gefässe mit Wasser und stülpte nun eine tubulirte, mit einem Hahn versehene Glocke so darüber, dass das Oel innerhalb und ausserhalb der Glocken im Niveau stand. Der Hahn wurde geschlossen und der ganze Apparat in das Sonnenlicht gebracht.

Die Entwickelung der Pflanze nahm ihren Fortgang, und nach mehreren Wochen untersuchte ich die Luft, welche in der Glocke sich befand; die procentische Menge des Stickstoffs war dieselbe, welche vorher darin gewesen war. Es ergiebt sich daraus, dass die Pflanze nur im Nothfalle sich des Stickstoffes aus der atmosphärischen Luft bemächtigt, wenn sie nämlich im Boden keinen, oder nicht genug Stickstoff vorfindet. Dann bildet sie vermuthlich erst Ammoniak, welches dann leicht in die wesentlichen Bestandtheile überzugehen vermag.

Der Wasserstoff kann den Pflanzen nicht unmittelbar zugeführt werden; sie nehmen ihn nur aus seinen Verbindungen, theils mit Sauerstoff, aus dem Wasser, theils aus den sogenannten organischen Verbindungen aus Wasserstoff und Kohlenstoff, aus diesen und Sauerstoff, und endlich aus diesen dreien und Stickstoff bestehend, auf. Die Fähigkeit der Pflan-

zen, das Wasser zerlegen und den Wasserstoff daraus sich aneignen zu können, ist diesen ganz eigenthümlich, und von Colin und Edwards namentlich beim Keimen der Pflanzen beobachtet worden. Wir haben Grund, zu glauben, dass diese Fähigkeit sich nicht allein auf die keimende, sondern auch auf die wachsende Pflanze erstreckt. Indem das Wasser von der Pflanze zerlegt wird, die sich den Wasserstoff desselben aneignet, wird der Sauerstoff dann ausgeschieden, entweicht aber nicht im freien Zustande, sondern verbindet sich mit dem Kohlenstoff der Substanz und entweicht als Kohlensäure. Wir haben daher bei dem keimenden Korne eine Wasserstoffaufnahme und eine Kohlenstoffabnahme. Boussingault's Erfahrungen stimmen damit vollständig überein, und man ist im Stande, daraus eine Anzahl von Erscheinungen zu erklären, welche sonst unerklärt blieben.

Die Quellen für die Aufnahme von Kohlenstoff sind für die Pflanzen sehr zahlreich. Die Kohlensäure der atmosphärischen Luft wird von der Pflanze zum Theil unmittelbar absorbirt, namentlich aber vom Boden aufgenommen und durch diesen den Wurzeln der Pflanze zugeführt. Die auflöslichen kohlensauren Salze des Bodens, die auflöslichen und selbst sehr schwer auflöslichen organischen Verbindungen, welche in dem Boden enthalten sind, liefern den Pflanzen ununterbrochen eine hinreichende Menge dieses Stoffs zu ihrer Nahrung.

Es ist die Aufgabe der Pflanzenphysiologie, zu entwickeln, auf welche Weise die Assimilation aller dieser genannten Stoffe vor sich geht, welche Bedingungen erfüllt werden müssen, dass diese Processe in Thätigkeit treten können, welche theoretische und praktische Gesichtspunkte sich aus diesen Erscheinungen ableiten lassen. Ich habe nur kurz andeuten wollen, welches im Allgemeinen die Quellen sind, aus denen die Pflanzen während des Lebensprocesses sich zusammenzetzen, und welches die Erscheinungen sind, die wir den Pflanzen als eigenthümliche zuschreiben müssen.

Die Fähigkeit der Thiere, Elemente unmittelbar zu assimiliren, sie aus ihren Umgebungen aufzunehmen, unterscheidet sich wesentlich von der der Pflanzen. Bei der Abhandlung der

Ernährung und der Nahrungsmittel werden ausführlich die Verhältnisse dargestellt werden, welche wir bei den Thieren wahrnehmen; hier will ich nur bemerken, dass alle die Stoffe, welche die Thiere enthalten, auch in den Pflanzen erscheinen, von denen sie sich nähren, oder in den anorganischen Substanzen, welche sie sonst zu sich nehmen.

Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff sind wesentliche Bestandtheile aller Pflanzen. Es ist ein Irrthum, den früher die Chemiker mit den Physiologen theilten, dass Stickstoff den Thieren besonders zukäme, und man sich daher die Quelle des Stickstoffs für die Thiere nicht zu erklären wusste. Diejenigen Thiere, welche besondere Quantitäten von anorganischen Bestandtheilen absondern, pflegen diese unmittelbar zu sich zu nehmen, da die Pflanzen, welche sie geniessen, nicht genug davon zu enthalten pflegen.

Ich will hier vorläufig auf den Kreislauf aufmerksam machen, welchen die Elemente in den verschiedenen Organismen zurücklegen. Die Pflanze entzieht dem Boden eine Anzahl von Stoffen, aus denen sie ihre eigenen Bestandtheile zu erzeugen vermag, sie nimmt, wo diese nicht ausreichen, ihre Zuflucht zu den Elementen, welche die Atmosphäre darbietet, und entwickelt sich selbst, erzeugt andere Pflanzen, welche dieselben Processe ausüben. Sie stirbt ab; der Organismus wird nach und nach vernichtet, seine Bestandtheile werden dem Boden und der Luft zurückgegeben, welche sie neu entstandenen Pflanzen wiederum darbieten. So kann der Kreislauf dieser Elemente auf die Pflanzen beschränkt bleiben, bis das Thier sie als Nahrungsmittel benutzt und aus den Verbindungen, welche die Pflanze schon gebildet hatte, neue, ihm eigenthümliche Vereinigungen liefert. Die Elemente des Bodens und der Luft gehen also durch die Pflanze in den thierischen Organismus über. Dieser dient wieder anderen Thieren zur Nahrung, die Elemente erfahren eine neue Umwandlung, bis endlich auch hier das Leben erlischt, und auch hier die bindende Kraft fehlt, welche den Stoffen verbot, zu ihrem Ursprung zurückzukehren. Der Leib verwest und neue Pflanzen entstehen, um neue Thiere zu nähren.

NAEHERE BESTANDTHEILE DES THIERISCHEN ORGANISMUS.

Von den Stoffen, welche als entferntere Bestandtheile des Organismus aufgeführt worden sind, kommen nur wenige im unverbundenen Zustande, als freie Elemente, im Körper vor. Man hat nicht ermangelt, in einer Zeit, wo das Experiment Nebensache war, wo man der Erfahrung zumuthete, sich den Ansichten unterzuordnen, häufig von freiem Schwefel, Phosphor, Eisen im Blute und andern Flüssigkeiten zu sprechen, und danach Heilverfahren einzurichten, welche den chemischen Charakter jener Stoffe verändern, daher auch die Wirkung auf den Organismus aufheben sollten. Eine Ansicht, welche als ziemlich häufig verbreiteter Ueberrest aus jener Zeit betrachtet werden kann, ist die Vorstellung von dem freien Kohlenstoffe im thierischen Körper. Obgleich nun jeder Chemiker weiss, mit welchen Schwierigkeiten es verbunden ist, kohlenstoffhaltende Verbindungen so zu zerlegen, dass Kohle selbst ausgeschieden wird, so hinderte diess doch nicht, dem Organismus dieses ausscheidende Vermögen im höchsten Grade zuzuschreiben.

Es giebt nun in der That nur einen Weg, künstlich reine Kohle aus kohlehaltigen Vereinigungen darzustellen, nämlich indem man die Kohle in heissem Gusseisen auflöst, und sie beim Erkalten herauskrystallisiren lässt. Alle andere Kohle ist verbunden mit Wasserstoff, oder mit diesem und Sauerstoff, und sehr häufig noch mit Stickstoff. Jede aus thierischen Stoffen dargestellte Kohle enthält beträchtliche Quantitäten Stickstoff. Glüht man organische stickstofffreie Verbindungen bei abgehaltener Luft, z. B. Zucker, Stärke, Holz, so erhält man eine Kohle, welche, auch bei dem stärksten Weissglühen nicht allen Wasserstoff und Sauerstoff verliert. Man darf daher nicht wohl annehmen, dass der lebende Organismus im Stande sein würde, Verbindungen durch gewisse Processe so zu zerlegen, dass reiner Kohlenstoff dabei ausgeschieden würde. Um so weniger dürfen wir diess annehmen, da im Augenblicke der Ausscheidung die Kohle mit andern Stoffen, gleichfalls in che-

mischen Processen begriffen oder daraus hervorgehend, in Berührung kommen und sich mit ihnen durch die stärkere Verwandtschaft in statu nascente wahrscheinlich vereinigen würde. Ueberdiess hat nun die Erfahrung direkt bewiesen, dass nirgend, wo es auch immer sey, die Kohle in reinem Zustande im Organismus vorkommt, weder als wesentlicher Bestandtheil, noch als pathologisches Product.

Auch in der Chemie war es eine Zeit lang Sitte, einen jeden schwarzen Körper, welcher sich bei irgend einer Reaction aus organischen Verbindungen abgeschieden hatte, für Kohle zu halten. So führte man lange den schwarzen Rückstand bei der Bereitung des ölbildenden Gases aus Alkohol und Schwefelsäure als Kohle auf (Erdmann's Thiomelansäure), während sie in der That nur 67,8% Kohlenstoff enthält. So nannte man den schwarzen Absatz, den Alkohol, durch glühende Röhren geleitet, hinterlässt, gleichfalls Kohle, während ich, abgesehen vom Sauerstoffgehalt, noch 1,2% Wasserstoff darin finden konnte. Nicht einmal beweist die schwarze Färbung einer Substanz, die durch Hitze oder andere Reactionen aus einer ungefärbten entsteht, dass sie viel kohlenreicher sey. Aus dem farblosen Phloridzin, welches 58% Kohlenstoff enthält, entsteht durch Einwirkung der Schwefelsäure unter gewissen Umständen das schwarzgefärbte Rubrin, welches nur 59% Kohlenstoff enthält. Wenn es nicht die Analyse nachgewiesen hätte, dass hier nur eine Differenz von einem Procent Statt finde, so könnte man leicht geneigt sein, diesen Körper für fast reine Kohle zu halten.

In der Medizin ist man nicht selten sehr schnell bei der Hand, eine jede schwarze Substanz für Kohle zu erklären oder wenigstens ihren Kohlengehalt für enorm gross zu halten. Das Pigment der Negerhaut ist auf diese Weise, wie angeführt, für Ablagerung reiner Kohle erklärt worden. Ich erhielt unter der Etiquette „Kohle aus der Gallenblase", eine schwarze Substanz, welche gleichwohl nur 56% Kohle enthielt. Die Sepiatinte ist ihrer schwarzen Farbe wegen sehr oft für ungemein kohlenhaltig genommen worden, ohne sehr bedeutende Mengen von diesem Stoffe zu besitzen. Die Vorstellung, welche man sich ganz unrichtiger Weise von der schwarzen Färbung des

Venenblutes macht, als herrührend von einem Uebermaass an Kohlenstoff, ist schon erwähnt worden.

Die Kohle muss also aus der Reihe der Stoffe gestrichen werden, welche im unverbundenen Zustande im Körper enthalten sind.

Der Phosphor hat zuweilen auch dafür gelten müssen, dass er wenigstens in einigen Thieren frei vorkäme. Das Leuchten gewisser Insecten, welches seinen Ursachen nach so schwierig zu erklären ist, führte einige Naturforscher auf die Idee, dass es vielleicht freier Phosphor sein möchte, welcher diese Erscheinung veranlasse; auch der Phosphor leuchtet im Dunkeln, und, was noch mehr diese Vorstellung beweist, das Licht des Phosphors hat gleichfalls das milde, ruhige, fast geisterartige Ansehn wie das der Lampyris. Auch bei den Säufern, welche plötzlich durch die Selbstverbrennung ergriffen werden, hat man einem Uebermaasse von Phosphor im Körper die Ursache der Entzündung zuschreiben wollen.

Für diese Ansichten bedarf es in der That keiner Widerlegung; sie brauchen nur angeführt zu werden, um sie durch ihre eigene Gehaltlosigkeit wieder sinken zu lassen, sie müssen indess angeführt werden, um zu zeigen, wohin eine Speculation führen kann, wenn sie der Basis der Erfahrung ermangelt.

Von den Elementen befinden sich in der That nur zwei im freien Zustande im Körper, und zwar diejenigen, welche den Körper entweder unmittelbar, als Atmosphäre, umgeben, oder mittelbar, als im Wasser aufgelöste Luft, der Sauerstoff und der Stickstoff.

Nicht nur in den Höhlen des Körpers sind Gasarten enthalten, und in den kleinen Zwischenräumen zwischen den einzelnen festen Theilen des Organismus, sondern es sind diese auch in den Flüssigkeiten absorbirt, und können aus denselben durch verschiedene Mittel herausgetrieben werden. Schon vor zweihundert Jahren hat Robert Boyle wahrgenommen, dass Luft aus dem thierischen Körper ausgezogen werden könne, wenn man ihn in den luftverdünnten Raum bringe. Der alte, bekannte Versuch, einen Frosch unter der Luftpumpe aufschwellen und endlich platzen zu lassen, ist auf der Gegen-

wart von Gasarten in dem Thiere gegründet. Sehr sorgfältige Versuche über diesen Gegenstand sind von P. v. Muschenbrock angestellt worden, welcher verschiedene Thiere und verschiedene Theile derselben in dieser Beziehung untersuchte.

Wenn man bei einem so eben getödteten Thiere die Brusthöhle vorsichtig öffnet, die Blutgefässe des Herzens unterbindet, das Herz unverletzt herausnimmt und in ein Gefäss mit Wasser unter die Luftpumpe bringt, so sieht man, wie das zu Boden gesunkene Herz zuerst beginnt aufzuschwellen und in die Höhe zu steigen, indem namentlich das rechte Herzohr sich bedeutend ausdehnt, und endlich zerreisst es, indem viel Luft entwickelt wird. Dabei sinkt das Herz wieder zusammen, geht unter, und kann zuweilen durch sehr schnell fortgesetztes Pumpen noch einmal zum Aufschwellen gebracht werden. Natürlich dehnen sich dann nur die Theile aus, welche mit der zerrissenen Höhle gar nicht, oder nur sehr wenig communiciren.

Ich hatte die Thiere, welche ich zu dem Versuche anwendete, enthauptet, fürchtete daher, es möchte der freilich sehr unwahrscheinliche Einwand gemacht werden können, die Luft sey bei der Enthauptung in die Gefässe eingedrungen. Ich tödtete daher Kaninchen durch Blausäure und fand, wie zu erwarten, denselben Erfolg; endlich betäubte ich das Thier durch Opium, nahm das noch pulsirende Herz heraus und sah auch dieses Luft entwickeln, wie bei den anders getödteten Thieren. Auch die übrigen Organe, und namentlich die Drüsen, zeigen dieselben Eigenschaften. Leber, Milz, Nieren, Hoden, schwellen beträchtlich auf. Wird der frisch herausgenommene Hode, noch von seinen Schleimhäuten umgeben und unterbunden, unter die Luftpumpe gebracht, so schwillt er auf, die Luft tritt zwischen die verschiedenen Häute, welche sich dadurch trennen, die Substanz des Hoden und Nebenhoden schwillt gleichfalls auf und entwickelt Luftblasen.

Ganze Thiere schwellen gleichfalls auf, lassen, unter Wasser liegend, Luft emporsteigen, welche sich vorzüglich am Bauche, den Achselhöhlen, der Inguinalgegend und zwischen den Zehen entwickelt.

Sehr interessant ist es, dass auch Embryonen diese Gasentwickelung zeigen; gleichwie ein Thier, das schon Luft geathmet hat.

Diese Gasentwickelung zeigt sich bei allen Thieren und bei allen Theilen der Thiere. Man kann vermuthen, es sey das Blut so angefüllt mit Luft, dass es diese Gasentwickelung herbeiführe. Dass wirklich das Blut freie Gasarten enthielte, hat schon H. Davy gezeigt, der aus Arterienblut Sauerstoff und aus Venenblut Kohlensäure erhielt; Vogel, Brande, Bauer, Scudamore fanden gleichfalls die Entwickelung von Kohlensäure aus dem Blute. Neuerlich hat G. Magnus durch sehr sorgfältige Untersuchungen diese Thatsachen ausser Zweifel gesetzt, und zwar in einer Weise, welche auf die Theorie des Athmens von wesentlichem Einfluss gewesen ist.

Magnus hat durch seine Versuche, welche ich bei der Abhandlung des Athmungsprocesses ausführlich mittheilen werde, nachgewiesen, dass dieses Gas im Blute aus Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff bestände, und zwar fand er unter andern:

In 100 Volumen Venenblut eines alten aber gesunden Pferdes	11,11 Luft.	7,20 V. Kohlensäure 1,47 Sauerstoff 2,35 Stickgas.
In 100 Volumen Arterienblut desselben Pferdes	12,52.	8,22 Kohlensäure 3,15 Sauerstoff 1,15 Stickstoff.

Aber auch die anderen Flüssigkeiten, welche wesentliche Bestandtheile des Organismus ausmachen, entwickeln Luft. Der Chylus entwickelt, aus einem unterbundenen Stück des Ductus thoracicus herausgenommen, sehr viel Luft. Die Amniosflüssigkeit enthält gleichfalls Gas, in welchem ich weniger Sauerstoff im Verhältniss zur Kohlensäure auffand, wie in reinem Blute. Speichel, Milch, Galle, Urin zeigen alle dieselben Eigenschaften. Bei den meisten könnte man vermuthen, sie absorbirten diese Gasarten, wenn sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen; ich liess daher Urin durch ein Katheter in eine mit Stickstoff gefüllte Flasche fliessen, und fand auch in diesem Kohlensäure. Eine Gallenblase von einem frisch geschlachteten Rinde wurde unterbunden, ehe die Le-

ber entfernt worden war. Unter die Luftpumpe gebracht schwoll sie auf, platzte, und die ausfliessende Galle dehnte sich schäumend ausserordentlich aus.

Ueber die Gasarten, welche diese Flüssigkeiten enthalten, sind wir ziemlich in Ungewissheit. Es scheint indessen, dass es immer dieselben seyen wie die im Blute enthaltenen, obwohl in einem andern Verhältnisse mit einander gemengt.

Eben so wenig wissen wir eigentlich über die Gasarten, welche die verschiedenen Höhlen des Thieres erfüllen: nur über die Gasarten im Magen und Darmkanal, aus den Körpern Hingerichteter von Magendie gesammelt, hat Chevreul uns Aufschluss gegeben.

In diesen fand Chevreul Kohlensäuregas, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas und Stickgas. Ausserdem findet sich nach Verschiedenheit der genossenen Nahrungsmittel im Darmkanal noch Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas u. s. w.

Ein Theil dieser Gasarten, namentlich das Stickgas, rührt wohl von der Luft her, welche beim Athmen mit verschluckt worden ist, der grössere Theil indessen wird zum Theil aus den Gedärmen selbst ausgeschieden, und entsteht zum Theil aus der Zersetzung der von Aussen hineingebrachten Stoffe. Das freie Wasserstoffgas ist offenbar ein Produkt der Verdauung und rührt aus den Ausscheidungen des Darmkanals her; ich habe daher diese Gasart nicht als einen Bestandtheil des thierischen Organismus aufgeführt, da sie vielmehr, nur an einer Stelle desselben erscheinend, bald von ihm selbst aus dem Körper herausgeschafft wird.

In dem Abschnitte „über die Verdauung" werde ich zeigen, wie man das Enstehen dieser Gasarten im Darmkanal überhaupt zu betrachten hat.

In allen Theilen des thierischen Organismus ist eine sehr grosse Menge Wasser enthalten, welches bei einigen Bestandtheilen desselben in solchem Uebermaasse auftritt, dass sie eine flüssige Form besitzen. Die Flüssigkeiten des thierischen Körpers werden durch wässrige Salzlösungen gebildet, welche eine Menge von anderen, organischen Stoffen aufgelöst oder aufgeschwemmt enthalten. Auch die Excretionen bestehen gro-

ssentheils aus Wasser, so dass auf diesen Wegen eine beträchtliche Quantität davon aus dem Körper entfernt wird, welche wieder ersetzt werden muss.

Das Wasser, jedoch immer Salze und thierische Stoffe enthaltend, bedeckt ausserdem die Oberfläche der inneren Höhlen des Körpers, erfüllt die kleinen Zellen der einzelnen Gewebe, u. s. w. Endlich ist es ein wesentlicher Bestandtheil auch aller festen Verbindungen aus denen der Körper zusammengesetzt ist. Diese enthalten das Wasser theils in einem ähnlichen Zustande wie die anorganischen Salze Hydratwasser besitzen, theils gewissermaassen in überschüssiger Menge, wodurch der an und für sich feste Körper einen weichen, oft schwammigen Zustand darzustellen vermag. Frei von dem Wasser sind nur die Fette, welche im Körper vorkommen, doch auch nicht alle; das Gallenfett enthält gleichfalls Wasser. Wenn gleich die Fettarten selbst meist wasserfrei sind, so enthalten die Zellenwände, mit denen sie an den Orten durchwebt sind, wo sie vorkommen, doch beträchtliche Mengen dieser Verbindung.

Wird das Wasser aus Stoffen durch Trocknen in der Wärme oder im luftleeren Raume über stark hygroskopischen Verbindungen (Schwefelsäure, Chlorcalcium) aus den Verbindungen abgeschieden, so verändern diese wesentlich ihre Eigenschaften. Ihr Volumen nimmt bedeutend ab, sie schrumpfen zusammen, verändern ihre Farbe; die weissen, farblosen Verbindungen werden gelb oder braun; die gefärbten färben sich dunkeler; die weichen Theile werden hart und spröde, die elastischen werden brüchig, lassen sich pulvern; die durchsichtigen werden trübe und undurchsichtig. Wird das Wasser wieder aufgenommen, so gehen die meisten wieder in den vorigen Zustand über und zeigen dann dieselben Eigenschaften wie vorher; einige indessen sind durch das Trocknen wesentlich verändert, nehmen das Wasser theils sehr schwierig wieder auf, oder erlangen doch nicht mehr deutlich den Zustand, in dem sie sich früher befunden hatten.

Ueber die absolute Wassermenge, welche im thierischen Körper enthalten ist, hat man keine bestimmten Angaben; es

ist auch sehr schwierig, dieselbe genau zu entwickeln, da während des Trocknens häufig andere Substanzen sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigen können, und auch leicht eine wesentliche Zersetzung der einzelnen Stoffe eintreten kann, wobei dann ebenfalls Gasarten entwickelt werden, welche den Verlust des Körpers erhöhen. Diese Umstände sind ohne Zweifel eingetreten bei vielen Versuchen, welche einige Anatomen über die Menge des Wassers im menschlichen Körper angestellt haben. Hipp. Cloquet giebt z. B. an, dass im Körper $\frac{8}{9}$ der Substanz aus Wasser, und $\frac{1}{9}$ aus festen Stoffen gebildet sey, so dass ein Leichnam, welcher 140—160 Pfund wiege, nach dem Trocknen ungefähr nur noch 16 Pfund schwer sey. Chaussier nimmt an, die festen Bestandtheile betragen nur $\frac{1}{10}$ des Körpers, $\frac{9}{10}$ seyen Wasser.

Es ist schwierig, den Versuch mit dem ganzen Körper anzustellen, während die Bestimmung des Wassergehalts einzelner Bestandtheile durchaus keine Schwierigkeit hat. Wenn man den Leichnam in einer Art von Backofen austrocknet, so muss die dazu erforderliche Temperatur immer viel höher seyn, als nöthig ist, um das Trocknen der einzelnen Theile zu bewirken. Die Höhlen und Gefässe des Körpers, welche die Flüssigkeiten einschliessen, können das dampfförmige Wasser nicht bei der Temperatur entweichen lassen, welche hinreicht, es von den äusseren Theilen zu entfernen; sie muss dazu gesteigert werden, und wird dann hoch genug, um wesentliche Zersetzungen eintreten zu lassen. Man könnte zwar durch sehr andauernden Einfluss einer Wärme von ungefähr 120° auch aus diesen inneren Theilen das Wasser entfernen, namentlich wenn man die Höhlen öffnete, indessen würde die zum Trocknen erforderliche Zeit doch auch schon hinreichen, um eine bedeutende Fäulniss eintreten zu lassen. Bei weitem leichter ist der Wassergehalt der einzelnen Verbindungen zu erfahren. Auch diese setzt man einer Temperatur von 100° aus, entweder in einem sogenannten Luftbade, oder Wasserbade, oder am besten bringt man sie in den luftleeren Raum über Schwefelsäure, indem man sie bis auf 60—100° dabei erwärmt. Die Versuche der einzelnen Chemiker weichen in

dieser Beziehung sehr von einander ab, namentlich wohl, nach dem verschieden frischen Zustande, in welchem die Stoffe angewendet worden sind. Bei andern finden in der That sehr bedeutende Verschiedenheiten statt, und namentlich bei den Flüssigkeiten. Blut, Harn u. s. w. sind Stoffe, welche fast niemals gleiche Resultate in dieser Beziehung zeigen. Chevreul hat eine Reihe von Versuchen angestellt, welche sich auf die sogenannten festen Stoffe beziehen, und welche zeigen, dass die festen bis auf $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts aus trocknen, die weichsten Bestandtheile, die aber gleichfalls noch zu den festen gerechnet werden, selbst bis auf $\frac{1}{7}$.

100 Theile der Stoffe verminderten sich beim Trocknen:	im trocknen luftleeren Raume bis auf:	in der Wärme in der Luft bis auf:
Sehne vom Rindviehe	49,61	50,56
- - - Elephanten	43,36	45,06
Bänder vom Rindviehe	23,20	25,00
Sehne vom Menschen	37,98	43,13
Ohrknorpel von einem 40jährigen Menschen	30,64	33,50
Knorpelbänder vom Kniegelenk einer 50jährigen Frau	23,2	26,41
Faserstoff des Arterienbluts einer Kuh	19,35	21,10
Faserstoff des Venenbluts einer Kuh	21,05	25,70
Geronnenes Eiweiss	13,65	15,00
Ungeronnenes Eiweiss	13,85	15,00.

Die erste Zahlenreihe ist natürlich die, welche sich der Richtigkeit am meisten nähert. In folgender Tabelle werde ich noch einige Angaben verschiedener Chemiker zusammenstellen, aus der sich namentlich die grosse Verschiedenheit des Wassergehalts in den Flüssigkeiten ergeben wird.

1. Flüssigkeiten des thierischen Körpers.

100 Theile des Stoffes enthielten:	Wasser.	Beobachter.
Männerblut im Maximo	80,50	Denis. *)
Männerblut im Minimo	73,20	Denis.
Männerblut im Mittel	76,70	Denis.
Frauenblut im Maximo	84,80	Denis.
Frauenblut im Minimo	75,00	Denis.
Frauenblut im Mittel	78,70	Denis.
Blut bei Phlebitis uterina	83,63	Simon.
Blut einer an Pneumonie leidenden 70jährigen Frau	83,98	Simon.
Melanotisches Blut, durch den Stuhl entleert	88,62	Simon.
Gesundes Blut eines 28jährigen Mädchens	79,16	Simon.
Venöses Blut eines 24jährigen Mannes	80,19	Marchand.
Blutwasser des Menschenbluts	90,59	Berzelius.
Blutwasser des Ochsen	90,50	Berzelius.
Blutwasser des 24jährigen Mannes	90,32	Marchand
Blutwasser des Menschen	90,00	Marcet.
Blutwasser des Menschen	90,60	Lecanu.
Dasselbe	90,10	Lecanu.
Frauenblut im Maximo	85,33	Lecanu.
Frauenblut im Minimo	79,00	Lecanu.
Männerblut im Maximo	80,50	Lecanu.
Männerblut im Minimo	77,90	Lecanu.
Pfortaderblut eines Hingerichteten	80,14	Prévost. Dumas.
Blut eines Harnruhrkranken	81,81	Henry, Soubeiran.
Blut eines Gelbsüchtigen im höchsten Grade der Krankheit	87,38	Meissner.
Dasselbe in der Besserung	77,62	Meissner.
Weisses Blut, Trunksüchtiger	90,5	Zanarelli.

*) Im Mittel aus 83 Beobachtungen.

100 Theile des Stoffes enthielten:	Wasser.	Beobachter.
Weisses Blut, Trunksüchtiger	79,4	Lecanu.
Lymphe vom Pferde	92,50	Lassaigne.
Lymphe des Menschen	96,10	Gmelin.
Lymphe des Menschen	96,92	Marchand. Colberg.
Magensaft vom Menschen	98,63	Berzelius.
Speichel	99,29	Berzelius.
Speichel vom Menschen u. Pferde	99,00	Lassaigne.
Speichel vom Menschen	98,88	C. H. Mitscherlich.
Pankreatische Flüssigkeit von einem Hunde	91,72	Tiedem. Gmelin.
Dieselbe vom Schaafe	96,53	Tiedem. Gmelin.
Galle der Ochsen	90,44	Berzelius.
Dieselbe	87,56	Thénard.
Galle von einem Falken	98,1	Tiedem. Gmelin.
Galle von Cyprinus barbus	80,70	Gmelin.
Galle von C. leuriscus.	75,70	Gmelin.
Farblose Galle eines Kindes	91,20	Marchand.
Flüssigkeit einer Gehirnwassersucht	98,80	Berzelius.
Dieselbe einer ähnlichen Krankheit	98,99	Mulder.
Flüssigkeit einer Bauchwassersucht	95,22	Marchand.
Glasflüssigkeit des Auges	98,40	Berzelius.
Humor aqueus	98,10	Berzelius.
Nasenschleim	93,87	Berzelius.
Saamenflüssigkeit	90,00	Vauquelin.
Amniosflüssigkeit	97,70	Prout.
Excremente des Menschen (feste)	75,3	Berzelius.
Excremente vom Rinde	71,90	Einhof. Thaer.
Dieselben	70,00	Morin.
Harn des Menschen	93,30	Berzelius.
Morgenharn des Menschen	94,10	Marchand.
Derselbe	95,60	Simon.
Diabetischer Harn	95,70	Simon.
Derselbe zu anderer Zeit	96,00	Simon.
Derselbe von einem Mädchen	92,18	Simon.

100 Theile des Stoffes enthielten:	Wasser.	Beobachter.
Diabetischer Harn kurz vor d. Tode	94,72	Simon.
Derselbe von einem alten Manne	90,96	Simon.
Harn bei Wassersucht	90,21	Marchand.
Frauenmilch	87,25	Meggenhofer.
Dieselbe	88,35	Meggenhofer.
Dieselbe	78,39	Meggenhofer.
Dieselbe	85,80	Payen.
Dieselbe	86,00	Payen.
Dieselbe	85,50	Payen.
Dieselbe	91,40	Simon.
Dieselbe	88,74	Simon.
Dieselbe	87,32	Simon.
Kuhmilch (abgerahmt)	92,87	Berzelius.
Dieselbe (nicht abgerahmt)	85,90	Simon.
Dieselbe	88,8-86,5	Boussingault.
Eselsmilch	90,47	Péligot.
Hundemilch	65,74	Simon.
Ziegenmilch	85,50	Payen.
Colostrum einer Frau	82,80	Simon.
Colostrum einer Kuh	80,38	Chevallier. Henry.
Colostrum einer Eselin	82,84	Chevallier. Henry.
Colostrum einer Ziege	64,10	Chevallier. Henry.
Schweiss	99,5-98,2	Anselmino.
Eiter	86,10	Güterbock.

2. *Weiche und feste Theile des thierischen Körpers.*

Gehirn vom Menschen	80,0	Vauquelin.
Dasselbe eines Wahnsinnigen	77,0	Lassaigne.
Dasselbe subst. cortic.	85,0	Lassaigne.
Dasselbe subst. medull.	73,0	Lassaigne.
Leberparenchym	68,64	Braconnot.
Haut (Corion)	57,50	Wienhold.

100 Theile des Stoffes enthielten:	Wasser.	Beobachter.
Die Retina	92,9	Lassaigne.
Nervus opticus	70,36	Lassaigne.
Krystallkörper	58,00	Berzelius.
Muskel-Fleisch	77,17	Berzelius.
Dasselbe	77,03	Braconnot.
Schienbeinknochen	46,20	Marchand.

Die Quantität des im thierischen Körper enthaltenen Wassers ist also äusserst beträchtlich, wie auch bei den Pflanzen. Auch bei diesen bildet das Wasser den Hauptbestandtheil, und es giebt Pflanzen, welche oft nur $\frac{1}{20}$ ihres Gewichts an trockner Substanz enthalten.

Die angeführten Gasarten und das Wasser sind die einfachsten Verbindungen, welche im thierischen Organismus auftreten, obwohl hier schon der Unterschied erscheint, dass jene Gasarten, wenn auch mechanisch mit einander gemengt und in Flüssigkeiten aufgelöst, doch chemisch unverbunden auftreten, das Wasser sich jedoch nirgend rein und unverbunden findet. Immer mit Salzen angefüllt, immer wenigstens chemische Verbindungen von Wasser mit andern Stoffen, Eiweiss, Schleim u. s. w. enthaltend, giebt es nirgend einen Ort, wo es in reinem Zustande auftreten könnte. Das reinste Wasser, welches im animalischen Organismus vorkommt, ist das im Wassersacke der Kameele, welches wenigstens rein genug ist, um genossen werden zu können; aber auch dieses enthält Schleim, viele Salze u. s. w.

Die übrigen Elemente sind meist zu ziemlich complicirten Verbindungen mit einander vereinigt, indem sie theils die im Wasser aufgelösten und aufgeschwemmten Stoffe darstellen, oder die Organe selbst, in denen die Flüssigkeiten enthalten sind, circuliren, und endlich diejenigen Theile, welche diese Organe wiederum tragen.

Im Allgemeinen kann man die Verbindungen, welche die entfernteren Bestandtheile des thierischen Körpers darstellen, in zwei Klassen theilen:

1) In solche Verbindungen, welche nicht nur der Pflanzen- und Thierorganismus zu erzeugen im Stande ist, sondern welche schon fertig gebildet in der mineralischen Welt vorkommen, und welche man in ihre Elemente zerlegen und aus diesen wieder in ihrer vorigen Gestalt mit ihren vorigen Eigenschaften herstellen kann. Sie werden häufig und sogar meist schon in solchen Verbindungen, wie wir sie im Körper finden, in diesen von Aussen hineingebracht, resorbirt, und durch den ganzen Körper verbreitet. Zu ihnen gehören alle Verbindungen, welche Metalle enthalten, bis auf das Blutroth, und alle, die aus andern Metalloïden gebildet sind als: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor. Allein auch diese Elemente sind oft im Körper zu anorganischen Verbindungen vereinigt.

2) In solche Verbindungen, welche allein der thierische und vegetabilische Organismus fähig ist zu erzeugen, welche weder in der mineralischen Welt sich fertig gebildet finden, noch aus solchen Vereinigungen, die nur dort erscheinen, oder gar aus ihren Elementen künstlich erzeugt werden können. Sie machen, das Wasser abgerechnet, den grössten Theil der weichen Bestandtheile des Körpers aus, sind dabei nicht allein auf den animalischen Organismus beschränkt, sondern erscheinen auch grossentheils in dem Pflanzenorganismus, und werden sogar zum Theil aus diesem schon fertig gebildet in den thierischen Körper übergeführt.

Man hat viele Mühe aufgewendet, diesen Unterschied der Verbindungen aufzuheben, und nachzuweisen, dass man auch im Stande sey, solche Stoffe, die man bisher nicht im Mineralreiche fand, wohl aber im Thierkörper (oder Pflanzenkörper), aus ihren Elementen oder doch aus anorganischen Verbindungen herzustellen.

Von den anorganischen Verbindungen giebt es keine, die wir in der Natur vorfänden, ohne sie nachahmen zu können. Oft sind wir nicht im Stande, genau die Form den Körpern zu ertheilen, welche sie uns in der Natur darbieten, diess liegt jedoch an zufälligen Umständen. Wir kennen wohl die Bedingungen, welche nöthig sind, um solche Wirkungen her-

vorzubringen, wie sie die Natur hervorgebracht hat, aber uns fehlen die Mittel, sie nachzuahmen. Es stehen uns nicht so grossartige Kräfte zu Gebote, wie sie die Natur bei der Bildung der Erdoberfläche anwenden konnte. Dennoch aber haben wir Beispiele, dass wir, wenn auch oft in sehr geringem Maassstabe, ganz dieselben Körper zu bilden im Stande sind, mit allen den Eigenschaften ausgerüstet, welche die Natur erzeugt.

Man hat der Natur eine eigenthümliche, wunderbare Kraft zuschreiben wollen, durch deren Vermittelung allein die Erzeugung der Mineralien vor sich gehen sollte, diese Kraft, gewissermaassen die mineralische Lebenskraft, sey erloschen und nur noch an einigen Stellen der Erde thätig, welche in den nicht erloschenen Vulkanen allein noch die fortwährende Bildung der Mineralien uns zeige. Betrachtet man indessen diese Werkstätten der Mineralien, deren Thätigkeit uns so nahe vor Augen gerückt ist, so sieht man leicht, welche Bedingungen dort zusammentreten, um uns noch jetzt mit neuen Mineralien zu bereichern. Grosse Hitzegrade, deren Ursprung und Quelle wir freilich nicht genau kennen, und sehr langsames Erkalten sehr grosser, sehr heisser Massen. Können wir diese Bedingungen erfüllen, so müssen wir auch, wenn wir die dort auftretenden Elemente zusammenbringen, im Stande seyn, die sich dort zeigenden Resultate nachzuahmen.

Eine Verbindung welche sich ungemein leicht erzeugen lässt, ist der kohlensaure Kalk, welcher in der Natur so weit verbreitet ist als Kalkspath, Arragonit, Marmor, Kalkstein, Kreide u. s. w., indessen war es zweifelhaft, ob man auch dem künstlichen kohlensauren Kalk die Eigenschaften ertheilen könnte, welche der natürliche hat. Die Krystallformen des Kalkspaths und des Arragonits schienen vielmehr der Natur eigenthümlich zuzukommen.

Man ist indessen im Stande, nicht nur den kohlensauren Kalk krystallisirt zu erhalten, sondern ihm auch willkührlich die Form des Kalkspaths und des Arragonits zu ertheilen. Nach G. Rose's Bemerkung wird der kohlensaure Kalk mit der Form des Kalkspaths niedergeschlagen, wenn die Fällung kalt, mit der des Arragonits, wenn sie heiss geschieht. Ob

dieser Kalkspath, der nun freilich nur mikroskopische Krystalle darstellt, auch die doppelbrechende Kraft des isländischen Doppelspaths besitzen kann, ist noch nicht entschieden; es scheint jedoch, als müssten dabei noch besondere Umstände in Thätigkeit treten, um diesen Effekt zu erreichen. — Die Vertheidiger der älteren Ansicht stellten indessen dagegen auf, dass zwar scheinbar dieser neue kohlensaure Kalk mit dem natürlichen übereinstimme, dass er aber in der That ganz verschieden davon sey, zeige sich, indem man den künstlichen kohlensauren Kalk sehr leicht durch hohe Temperatur von seiner Kohlensäure befreien könne, der natürliche dagegen offenbar in einem geschmolzenen Zustande sich müsse befunden haben, namentlich wo er als Marmor auftrete. Jetzt sey auch diese bildende mineralische Kraft aus dem Marmor entwichen, und versuche man jetzt, ihn zu schmelzen, so verliere auch er seine Kohlensäure, wie der künstlich dargestellte. Diess ist jedoch nicht der Fall. Setzt man den Marmor, während man ihn erhitzt, einem hohen Drucke aus, so kann man, wie Hall's, Petzold's und meine Versuche gezeigt haben, ihn ganz unverändert schmelzen, und ihn beim Erkalten ganz in seiner früheren Gestalt wieder erhalten. Ich habe den Versuch auch mit künstlichem kohlensauren Kalk gemacht, mit Kreide, und in beiden Fällen gleichfalls Marmor erhalten. Wir sind daher berechtigt, anzunehmen, die Schmelzung des Marmors in der Natur sey gleichfalls unter hohem Druck erfolgt, was auch geognostische Erscheinungen sehr wahrscheinlich machen.

Mitscherlich hat durch ähnliche Mittel, ungemein hohe Hitzegrade und langsame Abkühlungen in den Porzellanöfen, zusammengesetzte Mineralien in ihrer natürlichen Krystallform erzeugt. Der Pyroxen, den er auf diese Weise erhalten, bildet sich häufig in den Hohöfen, welche mit heisser Luft betrieben werden (Nöggerath). Durch die hohe Temperatur der Knallgasflamme ist man im Stande, Thonerde zu schmelzen, welche durch ein wenig Chromoxyd gefärbt, beim Erkalten in der Form des Rubins krystallisirt, und, wenn auch in sehr kleinem Maasstabe, diesem Edelsteine dann völlig gleicht.

Der Feldspath bildet sich zuweilen, genau die Bestandtheile und die Krystallform des natürlichen zeigend, in den Hohöfen. Wo es uns nicht gelingt, diese Verbindungen, welche die Natur erzeugt hat, nachzuahmen, da steht uns nur ein zufälliges Hinderniss im Wege. Wir sind, wie gesagt, dann nicht im Stande, die dazu erforderlichen Mittel in so grossem Maassstabe anzuwenden, als der Zweck es erheischt, jedoch liegt im Wesen der Sache durchaus kein Hinderniss für uns.

Anders ist es mit den organischen Verbindungen. Von denjenigen Verbindungen, welche nicht in der mineralischen Welt erscheinen, sondern welche allein im Pflanzen- oder Thierorganismus gefunden werden, oder welche aus diesem in das Mineralreich übergegangen sind, können wir keine einzige aus ihren einzelnen Elementen oder aus anorganischen Verbindungen erzeugen. Es ist hier nicht der zu geringe Aufwand von Kräften, welcher uns hindert, diese Combinationen hervorzubringen, sondern es ist vielmehr die Art und Weise der Kraft selbst, deren Wesen uns unbekannt ist, welche wir daher auch nicht im Stande sind, anzuwenden. Es ist wohl möglich, dass wir einst auch diese Kraft auffinden, sie künstlich hervorrufen können, und durch ihre geschickte Anwendung Effekte erzielen, welche jetzt für uns unmöglich sind. So lange man nicht wusste, in welchem nahen Verhältnisse chemische Verwandtschaftskraft und die elektrischen Kräfte zu einander stehen, kannten wir von einer grossen Anzahl von Stoffen nicht die wahre Natur; man hielt sie für einfach, weil man kein Mittel kannte, ihre Bestandtheile zu trennen. Durch Davy's Anwendung der starken galvanischen Batterie auf diese Verbindungen, wurde ihre Zusammengesetztheit erwiesen. Das Kali, Natron u. s. w. wurden als Oxyde von Metallen erkannt, welche man, als man sie nun erst einmal kannte, auch auf verschiedenen Wegen darstellen konnte. So kann es uns vielleicht auch noch einmal gelingen, durch die Combination gewisser Verhältnisse die organischen Verbindungen aus ihren entferntesten Bestandtheilen zusammenzusetzen; bis jetzt vermögen wir es nicht. Man ist zwar im Stande, einige Verbindungen künstlich zu erzeugen, welche Aehnlichkeit mit orga-

nischen Verbindungen haben, oder gar selbst organische Verbindungen sind, aber dann wendet man entweder nicht völlig anorganische Bestandtheile, nicht die entferntesten Elemente an, oder die neuen Körper sind solche, welche in der That nicht Anspruch auf die Benennung einer organischen Verbindung machen können.

Hauptsächlich sind es folgende Verbindungen, welche von einigen Chemikern als künstlich erzeugte organische Körper betrachtet werden:

Bérard erhielt beim Hindurchleiten eines Gasgemenges von 1 Volumen kohlensauren Gases, 10 Volumen ölbildenden Gases und 20 Volumen Wasserstoffgases durch eine dunkelglühende Porzellanröhre eine kleine Quantität einer fettähnlichen, krystallinischen, schmelzbaren, in Alkohol leicht auflöslichen, und durch Wasser daraus fällbaren Materie, deren Eigenschaften sehr den Eigenschaften einiger organischen Verbindungen gleichen. Es ist jedoch erstens hierbei nicht erwiesen, dass die neue Substanz in der That eine sey, welche den Namen einer organischen verdiente, da wir nicht wissen, ob sie im Pflanzen- oder Thierkörper vorkomme; indessen würde schon eine völlige Uebereinstimmung ihrer Eigenschaften mit denen der organischen Verbindungen ihr diesen Namen mit Recht verleihen. Zweitens aber sind bei der Darstellung dieses Körpers keinesweges nur anorganische Verbindungen angewendet worden: das ölbildende Gas, wie alle Verbindungen des Kohlenstoffs mit dem Wasserstoff, ist eine organische, welche wir durchaus nicht aus ihren Elementen zusammensetzen, nur aus organischen Stoffen abscheiden und erzeugen können.

Proust erhielt eine ölige, übelriechende, in Weingeist lösliche, durch Wasser fällbare, flüchtige Substanz, als er Gusseisen in Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure auflöste. Dieser Körper ertheilt dem mit Eisen und mit unreinem Zink bereiteten Wasserstoffgase seinen eigenthümlichen unangenehmen Geruch, und den Kohlenstoffgehalt, den man immer darin findet. Er bildet sich auch beim Zersetzen des Wassers durch glühendes Gusseisen. Wenn wir auch hier schon diesen neuen Körper nicht unbedingt als eine organische Verbindung be-

trachten können, so haben wir überdiess zu seiner Erzeugung Stoffe angewendet, welche gleichfalls der organischen Natur nicht ganz fremd sind. Der Kohlengehalt des Gusseisens, des Zinks rührt von der Beimischung organischer Kohle her, und ehe wir diese Verbindungen nicht aus völlig anorganischer Kohle darstellen können, haben wir keinen vollständigen Beweis für die Erzeugung jenes Oels aus anorganischen Elementen. Es ist hier nun zwar sehr wahrscheinlich, dass wir auch in diesem Falle Gusseisen erhalten und aus diesem wiederum die neue Verbindung erzeugen können, indem der Enstehungsmoment (status nascens) bei dem frei werdenden Wasserstoff und Kohlenstoff vereinigend wirkt.

Döbereiner will beim Hinüberleiten von Wasserdampf über glühende Kohlen eine ähnliche Verbindung erhalten haben, welche aber nun hier durchaus organischen Ursprungs sein würde. Uebrigens haben Bérard und Trommsdorff diesen Versuch ohne Erfolg wiederholt.

Berzelius erhielt gleichfalls durch Anwendung des Gusseisens, welches er in Salpetersäure oder in dieser und Chlorwasserstoffsäure auflöste, eine schwarzbraune, humusähnliche, weiche Substanz, welche mit einem torfähnlichen Geruch brannte und zunderähnlich fortglimmte. In Wasser, in Ammoniak und Kali ist die Substanz z. Th. auflöslich, und scheint sich in der That sehr ähnlich dem Humin und der Huminsäure zu verhalten.

Hatchett erhielt eine gerbstoffähnliche Verbindung, als er Kohle mit Salpetersäure behandelte, indessen ist diese Verbindung durchaus keine Gerbsäure, sondern nur ein Zersetzungsprodukt der Holzkohle durch Salpetersäure, welches wir aus vielen organischen Körpern erhalten können.

L. Gmelin und Liebig fanden bei der Kaliumbereitung in der Mutterlauge vom krokonsauren Kali Krystalle von einfach oxalsaurem Kali, und Liebig auch weinsteinsaures Kali, indessen wendet man bei der Darstellung des Kaliums Holzkohlen an, welche als organische Verbindungen gewiss sowohl die Bildung der Krokonsäure als auch der Rhodizonsäure und auch hier der Oxalsäure und Weinsteinsäure bedingen.

Wöhler erhielt die Oxalsäure gleichfalls, als er Ammo-

niakflüssigkeit durch Cyangas sättigte. Man darf indessen das Cyan durchaus nicht als eine unorganische Verbindung betrachten; wir kennen durchaus kein Mittel, das Cyan aus seinen Elementen, dem Stickstoff und Kohlenstoff zusammenzusetzen, wir können es durchaus nicht aus anorganischen Verbindungen erhalten, wir sind vielmehr genöthigt es als eine Substanz zu betrachten, welche nur aus organischen Verbindungen, Pflanzen- oder Thierstoffen, erhalten werden kann. Der Stickstoffgehalt derjenigen Verbindungen, welche zugleich Kohlenstoff enthalten, macht es unter gewissen Umständen möglich, dass Cyan gebildet wird. So kann ameisensaures Ammoniak bei erhöhter Temperatur in Wasser und Cyanwasserstoffsäure (Blausäure) zerfallen, während kohlensaures Ammoniak nicht im Stande ist, diese letztere Verbindung zu liefern. In einigen Hohöfen bemerkte man die Bildung von Cyankalium, welches aus den äusseren Wänden des Ofens sogar herausefflorescirte, und diess schien einen anorganischen Ursprung des Cyans andeuten zu wollen; indessen verdankt dies Cyanmetall seine Entstehung hier offenbar dem Stickstoffgehalt der Steinkohle, welche einen ganz entschieden organischen Ursprung und Charakter besitzt.

Es ist indessen nicht zu läugnen, dass die mögliche Bildung des Cyans aus anorganischen Elementen sehr viel Wahrscheinliches hat, und dass es gewiss gelingen werde, einst die Bedingungen aufzufinden und ihre Erfüllung herbeizuführen, welche die Vereinigung des Stickstoffs und Kohlenstoffs zu Cyan bewirken können.

Wöhler vermochte mittelst des Cyans und des Ammoniaks noch eine zweite organische Verbindung zu erzeugen, welche nun freilich eben so entschieden organischer Natur ist wie die Oxalsäure, ja den organischen Charakter in noch höherem Maasse an sich trägt, aber nun auch eben so wenig aus rein anorganischen Elementen gebildet ist. Beim Sättigen des Ammoniaks durch Cyan, wobei, wie gesagt, Oxalsäure sich bildet, beim Abdampfen und Kochen des hauptsächlich erzeugten cyansauren Ammoniaks verwandelt sich dieses in Harnstoff. Man ist im Stande, einen künstlichen Harnstoff darzustellen,

der in allen seinen Eigenschaften, seiner Zusammensetzung vollständig mit dem natürlichen übereinstimmt. Die procentische Zusammensetzung des cyansauren Ammoniaks ist genau die des Harnstoffs; die chemische Formel, nach welcher beide Körper zusammengesetzt sind, ist folgende:

$$\overbrace{C_2\ H_8\ N_4\ O_2}^{\text{Harnstoff.}} \qquad \overbrace{C_2\ N_2\ O + N_2\ H_6 + H_2\ O}^{\text{Cyansaures Ammoniak.}}$$

Das Ammoniak ist, wie in allen seinen wirklichen Salzen, als Ammoniumoxyd, ($N_2\ H_8\ O$) d. h. als Ammoniak mit Wasser ($N_2\ H_6 + H_2\ O$) im cyansauren Ammoniak enthalten. Cyansaures Ammoniak und Harnstoff sind isomerisch.

Nasse, Matteucci und einige andere Chemiker haben angegeben, auch Essigsäure auf künstlichem Wege aus anorganischen Verbindungen dargestellt zu haben; indessen haben sich diese Angaben durchaus nicht bewährt. Jene oben angeführten Fälle sind die einzigen, welche hier als erwiesene und unzweifelhafte Thatsachen angegeben werden können. Unter diesen indessen können wir nur die Erzeugung der öl-, und humusähnlichen Verbindungen aus dem Gusseisen streng genommen als Darstellung von Körpern aus völlig anorganischen Substanzen ansehen; diese neuen Körper sind jedoch nicht wirklich organische, d. h. solche, welche sich auch in der That in den Pflanzen oder den Thieren vorfinden, und welche aus den dort erscheinenden dargestellt werden könnten, sondern sie haben nur einige Aehnlichkeit mit den Zersetzungsprodukten, welche die organischen Verbindungen liefern können. Diese Zersetzungsprodukte stehen aber völlig auf der Grenze zwischen den organischen und anorganischen Körpern, und gehen sehr leicht durch stärkere Reactionen vollständig in diese über. Sehr leicht wird Kohlensäure gebildet, Kohle abgeschieden u. s. w., so dass jene Körper nur in geringem Maasse auf den Namen organischer Verbindungen Anspruch machen können.

Eine entschiedenere Erscheinung würde die künstliche Bildung des Harnstoffs sein, wenn nicht der Stoff, aus dem er erzeugt wird, das Cyan durchaus als ein organischer betrachtet werden müsste. Aber auch der Harnstoff ist ein Körper,

welcher zwar ein vollständig organischer ist, im Organismus selbst erzeugt wird, ihm aber doch auch gewissermaassen fremd ist und desshalb ununterbrochen ausgeschieden wird.

Die Neigung des thierischen Organismus, den Harnstoff fortwährend zu entfernen, ist so gross, dass, wenn die gewöhnlichen Wege versperrt sind, er sich neue Wege sucht, und in wassersüchtigen Flüssigkeiten u. s. w. den Harnstoff absetzt, und auf diese Weise aus dem Blute entfernt. Wir können ihn nicht betrachten als einen zur Constitution des Körpers nothwendigen Stoff, sondern im Gegentheil als einen der Constitution durchaus fremden.

Es ist also unser Vermögen, wirklich organische Verbindungen aus den anorganischen darzustellen, so unbedeutend, dass wir es als durchaus negativ betrachten können.

Diess ist nicht der Fall, sobald wir organische Verbindungen anwenden, und diese sowohl in neue umzuwandeln suchen, welche die vegetabilische und animalische Oekonomie nicht hervorzubringen im Stande ist, als auch in solche, welche in beiden Organismen erscheinen; dabei aber entstehen die in den Pflanzen vorkommenden leichter, als die nur im Thiere auftretenden. In neuerer Zeit haben die Chemiker eine grosse Menge von organischen Verbindungen zu erzeugen gelernt, welche namentlich in den Pflanzen enthalten sind, und diess oft aus Körpern, welche durchaus keine Aehnlichkeit mit einander haben, welche durchaus nicht in derselben Pflanze auftreten, sondern die grösste Verschiedenheit in jeder Beziehung zeigen. So sind wir im Stande, das Fuselöl der Kartoffel durch Einwirkung von Kali in die Säure umzuwandeln, welche im Baldrian vorkommt. (Dumas, Stas). So können wir aus dem Salicin, einem indifferenten Stoff aus der Rinde von Salix Helix, indem wir es mit Schwefelsäure und saurem chromsauren Kali, welche oxydirend auf ihn einwirken, erhitzen, ein ätherisches Oel erhalten, welches in der Spiraea ulmaria enthalten ist. So sehen wir aus sehr vielen Reactionen zwischen verschiedenen Körpern Bittermandelöl entstehen, z. B. aus der Zimmetsäure, dem im Styrax liquidus enthaltenen Styracin, aus der Pferdeharnsäure (Hippursäure), u. s. f. Einige Stoffe sind

sehr geneigt, durch die Zersetzung anderer zu entstehen, so dass wir sie in unzähligen Fällen auftreten sehen; dahin gehört namentlich die Essigsäure, Oxalsäure, Milchsäure, Ameisensäure. Die letztere kommt fertig gebildet vorzüglich in den niederen Thieren vor. Unter allen diesen künstlich zu erzeugenden Stoffen ist jedoch der Harnstoff der einzige, welcher allein auf den thierischen Organismus beschränkt ist; alle anderen aber, die wir im Thiere wiederfinden, sind auch in den Pflanzen enthalten. Die Ameisensäure erscheint z. B. in dem Terpenthin.

Die wesentlichen Unterschiede, welche zwischen den organischen und anorganischen Verbindungen bestehen, beruhen sowohl in ihrer Zusammensetzung, als auch in ihren Eigenschaften, obwohl die letzteren häufig bei beiden Klassen ungemein ähnlich, ja übereinstimmend sein können. Hinsichtlich der Zusammensetzung habe ich schon angeführt, dass die organischen Verbindungen, wie sie im Körper vorkommen, namentlich aus Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff bestehen, zu welchen noch zuweilen Schwefel, Phosphor und Eisen kommen. Die daraus bestehenden Verbindungen sind im Stande, sich untereinander und auch mit anorganischen Körpern zu vereinigen, und sie kommen in diesen Vereinigungen im Körper schon vor. Wir können aber ausserhalb des Organismus diese organischen Verbindungen neuen Reactionen unterwerfen, und so andere Elemente in sie hineinbringen, welche wir in der Natur nicht in ihnen wahrnehmen. Dadurch vermehren wir die Anzahl der organischen Verbindungen bis ins Unendliche, und bringen mit 6 oder 8 Elementen viel mehr Körper hervor, als mit allen andern Nichtmetallen und Metallen.

In den Elementen selbst liegt indessen nicht der Unterschied, den wir hier aufzusuchen haben, denn wir kennen völlig anorganische Stoffe, in welchen dieselben Elemente auftreten. Die Kohlensäure, aus Sauerstoff und Kohlenstoff bestehend, vereinigt sich mit dem Ammoniumoxyd, welches aus Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist, so dass wir genau die Elemente darin haben, welche in unend-

lich vielen organischen Verbindungen enthalten sind. Die Verhältnisse, in denen die Elemente sich mit einander verbunden haben, sind sogar sehr ähnlich denen, in welchen dieselben den Harnstoff bilden: das kohlensaure Ammoniak (Ammoniumoxyd) besteht aus $C\,O_2$, $N_2\,H_8\,O$, der Harnstoff aus $C_2\,H_8\,N_4\,O_2$ so dass sich beide nur durch eine Anzahl von Wasserstoff- und Sauerstoffatomen unterscheiden, in dem Verhältnisse, wie sie im Wasser enthalten sind. Zwei Aequivalente von dem kohlensauren Ammoniak geben $C_2\,O_4$, $N_4\,H_{16}\,O_2$ oder $C_2\,H_8\,N_4\,O_2 + H_8\,O_4$. Die Verschiedenheit beider Körper beruht jedoch nicht allein in dieser verschiedenen Anzahl der Elemente von Wasserstoff und Sauerstoff, sondern in der ganz verschiedenen Anordnung, in welcher die kleinsten Theile der Verbindungen gegen einander gelagert sind. Diese Verschiedenheit zeigt sich sehr bald, wenn man den Zusammenhang dieser kleinsten constituirenden Theile aufhebt, und ihnen dadurch die Gelegenheit giebt, sich von Neuem anzuordnen. Haben die Atome in beiden Verbindungen dieselbe Rolle gespielt, so werden sie unter denselben Bedingungen auch wieder dieselben Stoffe erzeugen. Wenn wir also beide Körper durch die Hitze zerlegen, werden wir aus der Verschiedenheit der neu gebildeten Produkte auch auf die Differenz des inneren Zusammenhanges schliessen können.

Erhitzt man das sublimirbare kohlensaure Ammoniak stärker, indem man seinen Dampf durch eine glühende Röhre leitet, so sieht man es in seine näheren Bestandtheile, in Kohlensäure und Ammoniak zerfallen. Wird indessen Harnstoff erhitzt, so entwickelt er auch zuerst Ammoniak, sodann Cyanursäure, $C_6\,H_6\,N_6\,O_6$, welche sodann in Cyansäurehydrat, $C_2\,N_2\,O + H_2\,O$ übergeht. Man sieht also, dass hier Stoffe entstehen, welche zwar nach der Anzahl der in dem kohlensauren Ammoniak enthaltenen Elemente sehr leicht entstehen könnten, dort aber auf keine Weise hervorgebracht werden können, so dass wir daraus einen nothwendigen Rückschluss auf eine ganz verschiedenartige atomistische Constitution machen müssen.

Betrachten wir nun die charakteristischen chemischen Verbindungen der organischen Natur überhaupt, so finden wir bei

ihnen eine sehr auffallende Uebereinstimmung mit den Verbindungen der mineralischer Natur. Wir sehen einige genau den Gesetzen folgen, welche die mineralischen Stoffe uns zeigen, so dass wir oft nicht wissen würden, ob eine Verbindung zu den organischen oder zu den anorganischen gehört, wenn wir nicht durch die Zusammensetzung darüber belehrt würden. Der Unterschied, welcher sich uns aber augenblicklich darbietet, ist der, dass alle Erscheinungen, welche in der mineralischen Chemie durch *einfache Stoffe* hervorgebracht werden, in der organischen Chemie an *zusammengesetzte Verbindungen* geknüpft sind. Dieser Unterschied, so lange in der Wissenschaft verkannt, bringt eine ausserordentliche Einfachheit in scheinbar sehr verwickelte Phänomene; er giebt uns bei allen Untersuchungen einen Leitfaden, welcher zu den glänzendsten Resultaten geführt hat, und zwar in einer so kurzen Zeit, dass man staunen könnte, wie es möglich war, die Wissenschaft eine so grosse Umwälzung erleiden zu lassen.

Es ist bekannt, dass die Elemente, wenn sie anorganische Verbindungen hervorbringen, wenn wir sie selbst untereinander vereinigen, zuerst binäre Verbindungen eingehen. Das Kaliummetall vereinigt sich mit dem Sauerstoff und bildet Kaliumoxyd (Kali) KO. Der Wasserstoff verwandelt sich mit dem Sauerstoff zu Wasser H_2O. Beides sind binäre Verbindungen. Diese binären Verbindungen vereinigen sich jetzt untereinander wiederum zu einer Verbindung, zu Kalihydrat, welche aus KO, H_2O besteht. Es würde nicht in der Zusammensetzung einen Unterschied hervorbringen, wollten wir die Verbindung betrachten als bestehend aus KO_2, H_2 oder KH_2, O_2, aber wir würden die Zusammensetzung, die Anordnung der einzelnen Atome falsch deuten, wir würden dann nicht mehr Kali, nicht mehr Wasser darin annehmen können, sondern andere Stoffe und Verbindungen, welche ganz andere Erscheinungen hervorbringen müssten.

Wenn wir Verbindungen zweier Stoffe in mehreren Verhältnissen haben, so werden dadurch die Erscheinungen nicht geändert. Wir kennen z. B. vier Oxydationsstufen des Schwefels. Die unterschweflige Säure ist zusammengesetzt aus SO.

Die schweflige Säure besteht aus $S\,O_2$, die Unterschwefelsäure aus $S_2\,O_5$ und die Schwefelsäure aus $S\,O_3$. Wir dürfen diese Verbindungen nicht, wie einige Chemiker, als binäre betrachten, von denen der eine Theil gleichfalls zusammengesetzt ist; also z. B. die Schwefelsäure $S\,O_3$ als $S\,O_2, O$ u. s. f., sondern wir haben allen Grund, anzunehmen, die Verbindung sey eine einfache, in welcher Schwefel und Sauerstoff unmittelbar verbunden sind. In der ganzen anorganischen Chemie sehen wir, dass immer ein einfacher Stoff sich mit einem andern einfachen unmittelbar verbindet, dass sich mit dieser Verbindung nicht wieder ein einfacher, sondern ein zusammengesetzter, binärer, vereinigt u. s. f. Wir sehen, wie sich Schwefel mit Sauerstoff zu Schwefelsäure $S\,O_3$, wie sich Kalium mit Sauerstoff zu Kali $K\,O$, Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser $H_2\,O$ vereinigt. Diese binären Verbindungen vereinigen sich unter einander und bilden schwefelsaures Kali, $S\,O_3, K\,O$ und schwefelsaures Wasser $S\,O_3, H_2\,O$. Diese gehen beide wiederum eine neue Verbindung ein und stellen das sogenannte saure schwefelsaure Kali dar $S\,O_3, K\,O + S\,O_3, H_2\,O$. Diese Regel, dass sich nur Verbindungen derselben Ordnung mit einander vereinigen, dass sich also auch nur einfache Stoffe mit einfachen verbinden können, sehen wir durch die ganze anorganische Chemie gehen. Wo wir eine Ausnahme davon wahrzunehmen glauben, ist sie meist scheinbar, und lässt sich auf andere Weise erklären. Man hatte seit der Entdeckung des Cyans durch Gay-Lussac Verbindungen kennen gelernt, welche diesem Gesetze widersprachen. Man fand, dass das Cyan, aus Stickstoff und Kohlenstoff bestehend ($N\,C$), sich genau wie ein einfacher Körper verhielte, und zwar sich eng an das Chlor, Jod, Brom und Fluor anschlösse. Man hielt diess für eine Ausnahme, übersah aber dabei, dass das Cyan keine anorganische, sondern eine organische Verbindung sey. Später hat man eine grosse Anzahl dergleichen Verbindungen entdeckt, welche mit dem Cyan in dieser Beziehung ganz übereinstimmen, indem auch sie sich mit den einfachen Stoffen verbinden können, als seyen sie selbst einfache Stoffe. Sie sind gewissermaassen zusammengesetzte Elemente, welche ihre Zusammengesetztheit in ihren

Eigenschaften völlig vernachlässigt haben. Sie können theils Metalloïde, theils Metalle repräsentiren. Das Cyan steht dem Chlor, Jod u. s. w. analog da, bildet ein zusammengesetztes Metalloïd. Das gleichfalls aus Stickstoff und Kohlenstoff bestehende Melon (N_8 C_6), ist dem Cyan ganz ähnlich.

Das Aethyl, C_4 H_{10}, im Aether C_4 H_{10} O, das Methyl C_2 H_6, in dem Holzgeistäther C_2 H_6 O, u. a. m. sind den Metallen entsprechend. Man kennt auch dergleichen Verbindungen, welche aus drei und vier Elementen zusammengesetzt sind. Die Verbindungen dieser Stoffe entsprechen völlig den Verbindungen der Metalle, man hat sie desshalb organische, zusammengesetzte Radikale genannt. Wir sind zwar nicht oft im Stande, diese Radikale zu isoliren, doch können wir sie von einem Stoffe auf den andern übertragen, ganz ebenso wie die einfachen Elemente, und sind daher von der Existenz der Radikale völlig überzeugt.

Dadurch wird die ältere Ansicht aufgehoben, als seyen die organischen Verbindungen ternäre und quaternäre, d. h. als seyen sie unmittelbare Vereinigungen der Elemente selbst, und nicht Verbindungen schon zusammengesetzter Körper.

Aus dieser Erklärung lassen sich eine Menge sonst sehr auffallender Erscheinungen ableiten. In der anorganischen Chemie haben wir als höchste vorkommende Atomenzahl, in der sich die Stoffe unter einander verbinden, die 7. Die Uebermangansäure, Ueberchlorsäure, Ueberjodsäure bestehen aus einem Doppelatom des Radikals und 7 Atomen Sauerstoff. In der organischen Chemie finden wir Stoffe, welche diese niedrigen Zahlen ausserordentlich überschreiten. Wir sehen 40, 50, 60 Atome und noch mehr in einer Verbindung auftreten. Diese ausserordentlichen Verhältnisse vereinfachen sich aber, wenn man bedenkt, dass diese Körper Verbindungen zweier oder mehrerer sind, welche aus denselben Elementen bestehen. Im Allgemeinen können wir indessen annehmen, dass in den organischen Verbindungen, und namentlich in den organischen Radikalen nicht so einfache Verhältnisse auftreten, wie in den anorganischen, dass aber die Radikale sich dann ganz nach

den einfachen Verhältnissen mit andern Stoffen vereinigen, wie wir es bei den Metallen finden.

Dieser Hauptunterschied zwischen den Verbindungen der organischen und der anorganischen Natur lässt sich zwar noch nicht bei allen organischen Verbindungen durchführen, aber wir müssen erwarten, dass unsere Kenntnisse in dieser Beziehung sich schnell und glänzend erweitern werden.

Als ein Einwurf gegen diese Ansicht ist die Oxalsäure genannt worden, welche in ihren wasserfreien Salzen aus $C_2\ O_3$ besteht, also eine binäre Zusammensetzung zu seyn scheint, und zwar mit einem einfachen Radikal. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass diese Säure nicht sowohl eine Oxydationsstufe des Kohlenstoffs ist, als vielmehr eines zusammengesetzten Radikals $C_2\ O_2$. Daraus lässt sich auch die sonst unerklärbare Eigenschaft der Oxalsäure ableiten, dass sie eine sehr kräftige Säure ist, während die Kohlensäure, die höhere Oxydationsstufe, als eine so sehr schwache Säure auftritt. Wenn aber Kohlensäure und Oxalsäure nicht Oxydationen eines und desselben Radikals sind, also $C\ O_2$ und $C_2\ O_2 + O$, so lässt sich aus ihrer Zusammensetzung durchaus kein Schluss auf ihre Stärke machen. Es vereinigen sich ausserdem noch mehrere Gründe, ein solches Radikal $C_2\ O_2$, Oxalyl, anzunehmen, so dass wir diese scheinbar widersprechenden Thatsachen nicht als einen genügenden Einwurf gegen die ausgesprochene Ansicht betrachten dürfen.

Während wir nun im Stande sind, die anorganischen Verbindungen der Elemente meistentheils unmittelbar mit einander zu verbinden, fehlen uns, wie erwähnt, die Mittel, die organischen Körper durch die Vereinigung der Elemente zu erzeugen. Wenn wir gleich keine Idee von der Art der Wirksamkeit haben, wodurch der lebende Organismus die grosse Anzahl ihm eigenthümlicher Verbindungen hervorzubringen im Stande ist, so finden wir doch in der anorganischen Natur einige Erscheinungen, welche uns als Anhaltspunkte für unsere Vorstellungen darüber dienen können. Wir sehen nämlich auch in der anorganischen Natur Verbindungen und Zerlegungen vor sich gehen, ohne dass wir in der Ursache, durch welche sie hervor-

gebracht werden, von vorn herein diese Ursache suchen würden. Wir wissen, dass eine grosse Anzahl von Vereinigungen nur zu Stande kommen kann, wenn die Elemente im Entstehungsmomente mit einander in Berührung kommen. Schwefel und Wasserstoff vereinigen sich beide sehr leicht, wenn sie im statu nascente zusammenkommen, ohne dass wir sie, wenn sie beide im freien Zustande sich befinden, mit einander verbinden könnten. Chlor und Sauerstoff können gleichfalls nicht unmittelbar mit einander verbunden werden, aber ebenfalls sehr leicht, wenn sie in dem Augenblick zusammentreten, wo der Sauerstoff aus einer Verbindung ausgeschieden wird, und wenn zugleich ein Stoff vorhanden ist, mit welchem sich die neue Verbindung vereinigen kann. So finden wir sehr häufig, dass Zusammensetzungen zweier Körper nur hervorgebracht werden können, wenn entweder beide in dem Moment, wo sie aus einer andern Vereinigung ausscheiden, zusammentreten, oder wenigstens der eine von ihnen sich im statu nascente befindet.

Diese Bedingung scheint es auch zu seyn, welche im lebenden Organismus Vereinigungen hervorbringt, welche wir nicht erzielen können, weil uns das Vermögen fehlt, die einzelnen Elemente so auszuscheiden, dass sie dadurch disponirt werden, sich mit andern gegenwärtigen Stoffen zu verbinden.

Kohle und Wasserstoff können nicht anders als im statu nascente mit einander verbunden werden. Wenn über glühende Holzkohlen Wasserdämpfe geleitet werden, so zerlegt die glühende Kohle das Wasser; der Sauerstoff verbindet sich mit der Kohle zu Kohlensäure, die nachher in Kohlenoxydgas umgewandelt wird, indem sie noch mehr Kohlenstoff aufnimmt. ($C\,O_2$ und $C_2\,O_2$ oder $C\,O$). Der Wasserstoff, welcher dabei frei wird, trifft in dem Augenblicke, wo er sich vom Sauerstoff trennt, die glühende Kohle und vereinigt sich mit ihr zu Kohlenwasserstoffgas, Leuchtgas. Eine ganz ähnliche Erscheinung hatten wir bei der Erzeugung der Proust'schen öląhnlichen Masse aus Gusseisen und Schwefelsäure. Bei der Auflösung von Eisen in verdünnter Schwefelsäure wird Wasserstoff entwickelt, indem der Sauerstoff des Wassers verwendet wird, um das Eisen in Eisenoxydul zu verwandeln, welches sich mit

der Schwefelsäure vereinigt. War mit dem Eisen Schwefel verbunden, so wird in dem Augenblick, wo der Sauerstoff des Wassers sich von dem Wasserstoff trennt und an das Eisen übergeht, der Schwefel von diesem Metalle gleichfalls ausgeschieden; Wasser und Schwefel verbinden sich im statu nascente. Derselbe Fall tritt ein, wenn statt des Schwefels sich Kohle mit dem Eisen verbunden hatte. Kohle und Wasserstoff kommen im Entstehungsmoment zusammen und vereinigen sich. Leider bieten sich uns nur selten die Gelegenheiten dar, wo wir den Entstehungsmoment des Kohlenstoffs oder Wasserstoffs in dieser Art benutzen können. Meistentheils ist die Temperatur, welche wir anwenden müssen, um den Kohlenstoff aus seinen Verbindungen auszuscheiden, so hoch, dass, wenn auch eine Vereinigung mit einem andern Stoffe: Wasserstoff, oder Stickstoff, oder Wasserstoff und Sauerstoff u. s. w. zu Stande kommen könnte, diese durch eben jene hohe Temperatur zerlegt werden würde. Der gasförmige Kohlenwasserstoff kann, ohne zerlegt zu werden, eine ungemein hohe Temperatur ertragen, so dass er auf die oben erwähnte Weise wohl zu Stande kommen kann, ohne sich sogleich wieder in seine Elemente zu trennen, aber bei fast allen anderen organischen Verbindungen würde die Zerlegung mit der Bildung in einen Moment zusammenfallen.

Wir haben allen Grund, anzunehmen, dass die Pflanze und das Thier eine Anzahl von Verbindungen ganz auf diese Weise erzeugt. Wir wissen, dass die Pflanze im Stande ist, aus der Luft Kohlensäure aufzunehmen, den Kohlenstoff zu assimiliren und den Sauerstoff auszuscheiden. Wir wissen auch, dass die Pflanze die Fähigkeit besitzt, das Wasser zu zerlegen, den Wasserstoff aufzunehmen und den Sauerstoff, mit Kohlenstoff verbunden, als Kohlensäure auszuhauchen (p. 22). In diesem Falle treten Kohlenstoff und Wasserstoff beide im Entstehungsmoment zusammen, und zwar unter Bedingungen, welche nur der Vereinigung, nicht aber der Zerlegung günstig sind. Ist nun zugleich noch Wasser oder Kohlensäure u. s. w. zugegen, so können auch diese mit in die Verbindung aufgenommen werden, und wir können uns nun leicht vorstellen, wie auf

diese Weise die organischen Körper entstehen können. Ist Ammoniak in der Pflanze vorhanden, so ist dies gleichfalls fähig, an der Verbindung Theil zu nehmen, und wir erhalten aus den verschiedenen möglicher Weise dort statt findenden Fällen, schon eine ausserordentliche Anzahl möglicher Stoffe. Es ist sehr glaublich, dass nicht in der Pflanze allein diese Erscheinungen statt finden, sondern auch, wenn auch nicht in ganz derselben Art, gleichfalls im Thiere. Der thierische Organismus ist aber nicht genöthigt, seine Thätigkeit auf die Zerlegung der anorganischen Stoffe in ihre Bestandtheile zu lenken, also des Wassers und der Kohlensäure, da zur Bildung der ihn constituirenden Bestandtheile schon organisch gebildete und verbundene Substanzen verwendet werden, welche er, vielleicht in ähnlicher Art wie die Pflanze, jetzt in nähere Bestandtheile zerlegt und dann die Vereinigung solcher unter einander zu neuen Verbindungen bewirkt. Dass aber auch bei der Erzeugung der zusammengesetzten organischen Verbindungen der status nascens eine wesentliche Rolle spielt, sehen wir aus rein chemischen Erscheinungen schon hervorgehen. Wir wissen aus sehr vielen Thatsachen, dass der Alkohol eine Verbindung des Aethers (Aethyloxyds) mit Wasser ist. Man kann den Alkohol durch gewisse Mittel in Aether und in Wasser zerlegen; erhitzt man den Alkohol mit Schwefelsäure auf 100° C und darüber, so zerfällt er durch die Verwandtschaft des Wassers zur Schwefelsäure in Wasser und Aether. Suchen wir jetzt wieder Wasser und Aether zu Alkohol zu verbinden, so gelingt uns diess nicht unmittelbar. Auch hier müssen wir den Entstehungsmoment benutzen. Vereinigen wir daher Aether mit einer Säure, z. B. Oxalsäure, und erhitzen die Verbindung mit kaustischem Kalihydrat, so verbindet sich das Kali mit der Säure, das Wasser und der Aether werden beide frei, und vereinigen sich.

Es scheint also in der That der Entstehungsmoment, dessen ungemeine Wirksamkeit wir in so vielen rein chemischen Erscheinungen nachweisen können, auch in den Organismen eine so wesentliche Rolle zu spielen, dass wir ihn als eine hauptsächliche Quelle der Verbindungen zu betrachten haben.

Wodurch aber wird der Entstehungsmoment selbst eingeleitet? Welches ist die chemische Thätigkeit, die aus den bestehenden Verbindungen entweder die Elemente oder die einfachen Verbindungen ausscheidet, die jetzt zusammentreten und neue Verbindungen zusammengesetzterer Art erzeugen? Auch hierauf können wir, durch die Analogie der übrigen chemischen Erscheinungen geleitet, antworten, aber nur indem wir Zweifel in unsere eigene Ansicht setzen und indem wir fürchten, eine zu wenig begründete Hypothese auszusprechen.

In der Chemie, sowohl der organischen als auch der anorganischen sehen wir zuweilen Reactionen auftreten, welche sich nicht aus den gewöhnlichen Verwandtschaftserscheinungen erklären lassen. Entweder verbinden sich zwei Körper unmittelbar, wenn sie einander berühren, wie z. B. Schwefelsäure und Wasser, oder es muss die Verwandtschaft durch irgend einen Umstand gesteigert werden: Wasserstoff und Sauerstoff vereinigen sich bei der Glühhitze, Chlor und Wasserstoff im direkten Sonnenlicht. Wenn chemische Zerlegungen zu Stande kommen, so sind sie Folge der durch die Elektricität, starke Wärme, oder einer anderen kräftigen Affinität u. s. f. aufgehobenen Verwandtschaft. Wird ein starker elektrischer Strom durch Wasser geleitet, so zerlegt sich dies in Wasserstoff und Sauerstoff; wird Quecksilberoxyd geglüht, so zerfällt es in Quecksilber und Sauerstoff; setzt man zu salpetersaurer Baryterde Schwefelsäure hinzu, so verbindet sich diese mit der Baryterde und die Salpetersäure wird frei.

Einige Zerlegungen chemischer Verbindungen lassen sich nicht auf diese Erscheinungen zurückführen: Wenn man krystallisirtes knallsaures Silberoxyd (Howard's Knallsilber) nur schwach reibt, so zerlegt sich die Verbindung unter heftiger Detonation. Wird Jodstickstoff nur leise z. B. mit einer Federfahne berührt, so zersetzt er sich mit ausserordentlicher Gewalt. Hier haben wir keine neue chemische Verwandtschaft, welche die frühere an Kräftigkeit übertrifft; wir sehen die chemische Zerlegung in Folge einer Störung der mechanischen Aggregation der einzelnen Theile auftreten.

Einige Körper haben nur gegen gewisse Stoffe eine be-

sondere Empfindlichkeit. Das von Thénard entdeckte Wasserstoffsuperoxyd ($H_2 O_2$) zerlegt sich augenblicklich in Wasser und in Sauerstoff, wenn es mit Platin, Gold, Silber, Silberoxyd in Berührung kommt. Schon früher hatte Kirchhof gefunden, dass bei einer gewissen Temperatur die Stärke durch verdünnte Schwefelsäure zuerst in Gummi, sodann in Traubenzucker umgewandelt würde. Die Schwefelsäure selbst erleidet dabei nicht die geringste Veränderung. H. Davy hatte bemerkt, dass Platindraht von einer gewissen Temperatur im Stande sey, Alkohol- und Aetherdämpfe in der atmosphärischen Luft eine schwache (unvollständige) Verbrennung erleiden zu lassen. E. Davy fand dasselbe bei sehr fein vertheiltem Platin in der gewöhnlichen Temperatur, und Doebereiner endlich, dass Platinschwamm (fein vertheiltes Platin) ein Gemenge von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas entzünde. Diese Erscheinungen, deren Grund uns ziemlich dunkel ist, werden vervollständigt durch eine Anzahl von Thatsachen, welche wir bei der Zerlegung einiger organischer Verbindungen wahrnehmen. Wenn wir eine Zuckerauflösung mit Hefe oder einem andern Fermente (Pflanzeneiweiss, Käse etc.) in Berührung bringen, so sehen wir den Zucker in Alkohol und Kohlensäure sich umwandeln. In allen diesen Fällen wird der Stoff, welcher die Zersetzung oder Verbindung veranlasst, auf keine Weise verändert: nur seine Gegenwart ist es, welche die Reaction hervorbringt, die man also auch nicht auf die oben angeführten Ursachen zurückführen kann.

Von einigen Chemikern wird diese Erscheinung als eine in der Chemie sehr allgemeine angesehen, und eine grosse Anzahl von Reactionen, die man auf andere Weise wohl erklären kann, dieser unbekannten Ursache zugeschrieben. Namentlich sind es Berzelius und Mitscherlich, welche sich der Vorstellung anschliessen, dass die so eben angeführten Beispiele durch eine grosse Menge von Thatsachen vermehrt sind. Mitscherlich nennt die Erscheinungen Contacterscheinungen; Berzelius nimmt eine dabei thätige eigenthümliche Kraft an, welche er katalytische Kraft nennt.

Wenn man nun gleich nicht sagen kann, dass durch die

eigenthümliche und neue Benennung für diese Klasse von Phänomenen irgend etwas zu ihrer Erklärung geschehen sey, so kann man aber doch füglich einen oder den anderen Namen beibehalten, um eben Erscheinungen der Art damit zu bezeichnen, deren Ursachen, deren eigentliches Wesen uns vollständig unbekannt ist. Ich werde mich daher öfter des Ausdrucks „Katalyse“ und „katalytische Erscheinungen“ bedienen, nicht als wolle ich damit eine Erklärung der Erscheinung geben, sondern nur um durch das Wort an die ganze Klasse zu erinnern, aus der dann gerade ein einzelner Fall vorliegt, und von deren eigentlicher Ursache wir eben so wenig wissen, als von der Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds durch Platin. Geht man so weit, zu glauben, durch dieses Wort eine Erklärung gegeben zu haben, so hat man keinen Fortschritt, sondern einen Rückschritt in der Wissenschaft gemacht, der uns lebhaft an das erinnert, was oben (p. 3.) von der Elektricität gesagt worden ist.

Einige thierische Stoffe besitzen namentlich das Vermögen, organische Verbindungen aufzuheben und in andere umzuwandeln, gleichfalls nur dadurch, dass sie gegenwärtig sind. Sie selbst erleiden scheinbar keine Veränderung. Der Laab macht durch seine Gegenwart die Milch gerinnen, ohne selbst dadurch modificirt zu werden; thierischer Schleim, in einer schwachen Säure aufgelöst, besitzt eine ausserordentlich starke auflösende Kraft für gewisse organische Verbindungen (Nahrungsmittel; künstliche Verdauung); thierische Schleimhaut verwandelt den Traubenzucker in Milchsäure u. s. w. Alle diese Phänomene gehören scheinbar in dieselbe Klasse wie die oben angeführten. Wir wissen von ihnen nichts Anderes, als dass sie existiren; wir nennen sie daher katalytische. Es ist höchst wahrscheinlich, dass im animalischen und vegetabilischen Organismus dergleichen Erscheinungen sehr häufig auftreten, und dass in Folge derselben eine grosse Anzahl von Veränderungen im Körper vorgeht, welche wir aus dem Grunde nicht nachahmen können, weil uns das Vermögen fehlt, diese Kraft willkührlich hervorzurufen.

Wir sehen diese Art von Thätigkeit namentlich an gewisse

thierische Stoffe gefesselt, und wir sind daher im Stande, durch eben diese Stoffe (Schleimhäute u. a. m.) Wirkungen hervorzubringen, welche die grösste Uebereinstimmung mit den im Körper selbst auftretenden zeigen; aber auch nur durch Anwendung dieser Stoffe können wir diess erreichen. Wir dürfen nun annehmen, dass die katalytische Kraft im Körper sehr verbreitet ist, und dass es vorzüglich Zersetzungserscheinungen sind, welche dadurch herheigeführt werden; diese aber führen alsbald auch die Entstehung neuer Verbindungen herbei; denn es tritt das dafür günstige Moment, der status nascens, auf, welcher, wie ich oben zu zeigen suchte, vorzüglich die Bildung der organischen Verbindungen zu bewirken scheint.

Wie sehr diese Kraft dem Organismus eigenthümlich ist, sieht man daraus, dass selbst mit dem Erlöschen des Lebens viele Theile des Körpers sie beibehalten und nach dem Tode ebenso fortwirken können, wie im Leben selbst. Daraus sehen wir auch, dass diese Kraft mehr als eine rein chemische und nicht als eine vital chemische zu betrachten sey, oder wenigstens als eine Combination beider, in der jene bei weitem vorherrscht.

Daher sind auch alle dadurch im Organismus auftretenden Erscheinungen bei weitem mehr rein chemischer Natur; sie werden deshalb namentlich unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen und am meisten sich auf Analogien mit den übrigen chemischen Erscheinungen zurückführen lassen.

Man hat nicht unterlassen, die Phänomene, welche hier als katalytische bezeichnet sind, ganz und gar auf elektrische zurückführen zu wollen, wie denn jede vitale Thätigkeit im Organismus nur ein und dasselbe mit elektrischer Thätigkeit seyn sollte. Dutrochet verlieh den rein physikalischen Erscheinungen der Endosmose und Exosmose eine besondere Wichtigkeit und nahm, als er natürlich für die Deutung aller Processe damit nicht auskommen konnte, seine Zuflucht zu der Elektricität, welche dann auch Nichts unerklärt liess, das die Endosmose vergeblich zu erklären suchte. Schon Prévost und Dumas betrachteten die platten mikroskopischen Blutkörperchen mit dem Kern und der Schaale als galvanische

Plattenpaare, aber Dutrochet ging so weit, dass er meinte, der Kern des Körperchens sei elektronegativ und die Schaale elektropositiv. Die Wirksamkeit der Elektricität in Beziehung auf organisch-chemische Processe und selbst auf Bildung der organischen Materie suchte er dadurch nachzuweisen, dass er Muskelfasern zu bilden meinte, als er etwas Eiweissauflösung mit den Dräthen einer galvanischen Säule in Verbindung brachte. An den Polen konnten Wellen wahrgenommen werden, an dem Kupferpole eine durchsichtige, und an dem Zinkpole eine undurchsichtige; beide wuchsen gegeneinander und bildeten in der Mitte, wo sie sich berührten, eine gekräuselte Faser. Diese wurde für die Muskelfaser erklärt, welche nun künstlich hier so gebildet worden sey, wie es die Elektricität der Blutkörperchen im Blute selbst vermöchte. Es ist indessen diese angebliche Faser nichts als geronnenes Eiweiss, welches durch die Bewegung der Wellen, aus denen es sich abgesetzt hat, in eine Art von scheinbarer Contraction versetzt wird. Das gebildete Gerinsel kann durch Elektricität durchaus nicht contrahirt werden.

Ebenso wie man diese bildenden Processe im Organismus allein auf elektrische Ursachen zurückzuführen suchte, so wollte man denn auch die Processe der Absonderung, welche nun fast gänzlich das Reich der chemischen Erscheinungen verlassen, mit elektrischen Phänomenen in Uebereinstimmung bringen. Es ist eine sehr gewöhnliche Art, Rückschlüsse anzustellen, dass man von den gleichen Erscheinungen auf gleiche Ursachen zurückschliesst, eine Logik, welche zwar ganz richtig ist, welche jedoch sehr häufig sehr unrichtig angewendet wird. Wenn man eine äussere, anfängliche Wirkung denselben Erfolg haben sieht, wie eine andere uns unbekannte Ursache, so darf man beide nicht gleich stellen, sondern muss erst zu erforschen suchen, welche fernere Erscheinungen werden durch jene äussere Wirkung hervorgebracht, und welche letzte Wirkung ist es nun, die jener unbekannten inneren Ursache gleichzustellen ist?

Es war schon von A. v. Humboldt vor fast 50 Jahren bemerkt worden, dass durch elektrische Reize Secretionen

hervorgerufen werden könnten, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit den gewöhnlichen Secretionen zeigten. Er legte sich auf die Schultergegend zwei Blasenpflaster, bedeckte die eine wunde Stelle mit einer Silberplatte und verband diese mit der anderen Stelle durch einen Zinkstreifen. Die Absonderung der Flüssigkeit nahm ungemein zu; die früher ungefärbte, indifferente Flüssigkeit wurde unter schmerzhaftem Brennen abgesondert, war roth und entzündete den Rücken, wo sie herablief, in blutrothe Striemen. Most hat gleichfalls dergleichen Versuche angestellt: Als er den positiven Pol einer galvanischen Kette an die Ohrspeicheldrüse brachte, den negativen in die Hand nahm und so die Kette schloss, so fand er bei 10 Minuten langer Einwirkung eine verstärkte Absonderung von Speichel, welcher weder sauer noch alkalisch reagirte (?). Aus diesen und einigen anderen Versuchen hat man zuweilen geschlossen, die Absonderung sey elektrischer Natur. Mit demselben Rechte könnte man diess auch von der Bewegung der Glieder sagen, denn wenn ein elektrischer Schlag durch den Körper geleitet wird, sieht man die Glieder gleichfalls zucken, und selbst im todten Körper. Dass dieses elektrische Zucken mit Schmerz verbunden ist, während die gewöhnliche Gliederbewegung nicht, könnte von dieser Seite her nicht als Einwand angenommen werden, denn auch die gewöhnliche Absonderung ist schmerzlos, während die elektrische es keinesweges ist. Wir wissen, dass der Nerv durch die elektrischen Einflüsse heftig afficirt wird, ohne ihm selbst irgend eine elektrische Thätigkeit zuschreiben zu können. Keine Art von Kette, keine Art von aura electrica wollen wir in ihm suchen, sondern uns mit der Erfahrung begnügen, dass eine grosse Menge von Reactionen durch die Nerven hervorgebracht werden, dass diese selbst durch elektrische Einflüsse afficirt werden, so dass jene Reactionen dadurch gleichfalls Modificationen erleiden, ohne nur im Geringsten selbst elektrischer Natur zu seyn.

Namentlich scheint nun unter denjenigen Processen, welche wir hier zu betrachten haben, die Absonderung es zu seyn, welche durch nervöse Einflüsse hervorgerufen wird; nicht so die Bildung der organischen Verbindung. Diese schieben wir

auf jene katalytischen Einflüsse, welche dem ganzen Körper eigenthümlich sind, und sich nicht auf einzelne Organe beschränken; so dass wir annehmen können: alle im Körper verbreiteten Stoffe werden überall gebildet, aber nur an einzelnen Stellen ausgeschieden.

Es sind einige direkte Versuche über Nerveneinflüsse auf die Absonderung angestellt worden, welche in diesem Augenblicke zwar noch vereinzelt dastehen, aber doch schon grosses Licht auf diese Erscheinungen werfen. Tiedemann und Gmelin fanden nach der Durchschneidung des Nervus vagus die Verdauung aufhören. Die Verdauung selbst, ein chemischer Process, kann dadurch nicht gestört werden; es zeigt sich vielmehr, dass die Absonderung des Magensafts aufgehört hatte, und somit das nothwendigste Bedingniss der Verdauung selbst fehlte. Brodie fand, dass nach Durchschneidung des Nervus vagus und sympathicus Arsenik nicht mehr die reichliche Absonderung im Magen und im Darmkanal hervorbrachte, wie früher. Auch die Absonderungen der Schleimhäute der Lungen werden durch jene Durchschneidungen verändert und blutige Exsudationen herbeigeführt.

Am ausführlichsten sind die Versuche über die Einflüsse der Nerven auf die Urinabsonderung. Krimer hat einige angestellt, welche offenbar nicht ganz genau ausgeführt worden sind, und welche dadurch nur zu zeigen scheinen, dass, wenn einmal der Nerveneinfluss gestört ist, sich auch alle Erscheinungen, wenn sie nicht gänzlich aufhören, doch beträchtlich modificiren. Als er die Nierennerven durchschnitten hatte und die Absonderung des Harns untersuchte, fand er das Eiweiss und den Blutfarbstoff sich in demselben Grade vermehren, wie die natürlichen Eigenschaften des Urins abnahmen. Als er den Nerv. vagus durchschnitt, dauerte die Secretion fort, aber Rhabarber und Cyaneisenkalium gingen nicht mehr in ihn über. Durch das in ihn übergehende Blutserum wurde er specifisch schwerer. Krimer behauptet, durch die Verbindung der durchschnittenen Nervenenden mit der galvanischen Säule dem Urin seine normale Beschaffenheit wieder ertheilt zu haben. Nach der Durchschneidung des Rückenmarks in der Lenden- und

Rückengegend soll der Urin wasserhell geworden sein. Die Durchschneidung des symphatischen Nerven am Halse mache den Urin alkalisch und eiweissstoffhaltig. In allen Fällen werde aber die natürliche Beschaffenheit durch die voltaische Säule wieder hergestellt.

Auch Brachet hat ähnliche Versuche angestellt, indem er die Nierennerven und Arterien durchschnitt, und zwar in der Mitte zweier Unterbindungen. Die durchschnittenen Arterienenden wurden durch eine eingebrachte und festgebundene Canüle mit einander verbunden, so dass der Zufluss des Bluts zu den Nieren nicht unterbrochen war. Die mehrere Stunden darauf aus dem Ureter aufgefangene Flüssigkeit war roth und trennte sich in fibröses Gerinsel und in Serum. Der Nervus vagus konnte ohne Einfluss auf die Urinsecretion durchschnitten werden.

Ganz ähnliche Versuche wurden später von J. Müller und Peipers, und darauf von mir angestellt. Wir bedienten uns indessen statt der Durchschneidung der Nerven nur der dieselben mortificirenden Ligatur. Diese wurde um die Nierengefässe, mit Ausnahme des Harnleiters, gelegt und so fest zusammengezogen, dass die Nierennerven dadurch mortificirt werden mussten. Die Ligatur wurde gelöst, die unversehrten Blutgefässe gestatteten die freie Circulation des Blutes in den Nieren, diese hörten aber auf, Harn zu bereiten. Siehe hierüber ausführlich unten das Kapitel „Harnabsonderung".

Man sieht also, welchen mächtigen Einfluss die Nerventhätigkeit auf das Secretionsvermögen der Organe besitzt. Es wirft sich uns nun die Frage auf, ist diese Nerventhätigkeit für jeden Nerv, oder für jedes Organ eine verschiedene, oder ist sie immer dieselbe, und ist es das Organ, welches die Verschiedenheit der Stoffe hervorruft? Man hat diese Frage auf beide Weisen beantwortet, ohne dass man für die eine oder die andere Ansicht vollständige Beweise hätte. Zuerst also hat man behauptet, der Nerveneinfluss sey bei allen Nerven derselbe, er gehe nun zur Niere, zur Leber, zum Magen u. s. w. und nur das Organ selbst, die Drüse u. s. w. habe eine specifisch chemische Beschaffenheit, welche durch den Einfluss

des Nervens zwar belebt werden müsste, aber von ihm auch nur die Fähigkeit zur Thätigkeit erlange, nicht aber die Thätigkeit selbst. Wie sollen, sagte man, alle diese Nerven so verschiedene Functionen ausüben, da sie ja doch einerlei Ursprung haben, einerlei Structur besitzen, und, selbst wenn auch an verschiedenen Orten entspringend, doch von einem gleichmässigen Organe ausgehen? Wie viel mehr Verschiedenheit zeigt die Structur der Leber von der der Milz, von der der Nieren u. s. f.! Indessen ist dieser Einwurf ein nur sehr schwacher und leicht bekämpfbarer.

Auch der Gesichtsnerv, der Gehörsnerv u. s. w. entspringen aus einem und demselben Organ, beide haben gleiche Structur, und dennoch bringt der eine das Licht, der andere den Schall zu unserem Bewusstsein. Sodann ist keinesweges die Structur der Drüsen so sehr von einander verschieden, wie man gewöhnlich angenommen hat, sondern sehr unter einander übereinstimmend. Dazu kommen die ausserordentlichen Einwirkungen auf die Secretionen selbst, welche von nervösen Erscheinungen ausgehen, und welche sich keinesweges auch dadurch hervorbringen lassen, dass man die Substanz der Drüse u. s. w. reizt, ohne auch zugleich den Nerv zu reizen.

Ich glaube daher den Einfluss der Nerven auf die Bildung des organischen Stoffes und der den Körper constituirenden und der aus ihm sich ausscheidenden Verbindungen nur sehr niedrig anschlagen zu dürfen, und dieses Vermögen namentlich den lebenden Schleimhäuten zuschreiben zu müssen, dagegen bei den Nerven die Fähigkeit annehmen zu dürfen, jeden einzelnen Stoff, welcher nun schon fertig gebildet ist, auch an der geeigneten Stelle anzuhalten und nach Bedürfniss aus dem Körper auszuscheiden, sey es nun unmittelbar, oder sey es in Reservoirs, aus denen sie dann weiter fortgeschafft werden können. Diese Ansichten indessen müssen wir noch einstweilen als Hypothese betrachten, denn wir kennen noch nicht hinreichende Erscheinungen, welche uns entschieden dafür oder dawider einnehmen könnten.

Die Anordnung der kleinsten Theilchen, aus denen ein Körper und ein Stoff zusammengesetzt ist, zeigt sich in allen

Fällen als dieselbe, der Stoff mag organischen oder anorganischen Ursprunges sein. Haben wir anorganische Körper zu betrachten, oder auch organische, welche aus dem Organismus ausgeschieden sind und in denen jede Spur von Lebenskraft vernichtet ist und nur noch die chemische Verwandtschaft der einzelnen Atome die Elemente zusammenhält und sie nun ganz und gar anorganische Gesetze befolgen lässt, dann finden wir, dass ausser der chemischen Verwandtschaft noch ein mechanisches Princip auftritt, welches die Form des Stoffs bedingt. Diess kann bei organischen Körpern, wirklichen Bestandtheilen des Körpers, zuweilen in dem Körper selbst noch wirksam werden, aber nur, wenn der Stoff aufgehört hat, zum Lebensprocess etwas beizutragen, oder ihm selbst noch unterworfen zu seyn. Es scheiden sich diese Körper in dem Organismus dann als rein anorganische Verbindungen aus, oft selbst aus ganz anorganischen Elementen bestehend, und zwar an Orten, wo sie durch ihre Indifferenz den Körper mehr oder weniger belästigen, z. B. in der Harnblase, der Gallenblase, dem Gehirn, den Gelenken u. s. w. Diese Fälle können nicht in Betracht kommen; sie gehören nicht dem gesunden Organismus an, sondern sind Krankheitsprodukte, und oft wiederum selbst Krankheitsursachen.

Ueberlässt man eine anorganische oder eine dieser nun gleich wirkende, vom Organismus völlig getrennte, oder wenigstens der Einwirkung der Lebenskraft vollständig entzogene Verbindung sich selbst während ihrer Bildung, so haben wir zwei Erscheinungen: Einmal können wir in der Anordnung der einzelnen Atome nicht das geringste Gesetz entdecken, keine Wiederkehr eines und desselben Bestrebens; die kleinsten Theilchen liegen scheinbar willkührlich untereinander, es ist nur die Kraft des Zusammenhalts, nicht die der Richtung bei ihrer Vereinigung aufgetreten. Diese Körper nennen wir formlose, amorphe Substanzen. Diese Erscheinungen sind nicht sehr häufig, treten sogar in völliger Reinheit recht selten auf. Es ist sehr viel häufiger, dass, wenn wir den kleinsten Atomen kein Hinderniss entgegensetzen, sie sich in einer ganz bestimmten Anordnung neben einander legen, und somit eine Form

annehmen, welche sich in dem ganzen Aggregat der kleinsten Theilchen ausspricht. Dazu gehört nun natürlich, dass die Form des Körpers eine feste seyn muss, denn im flüssigen Zustande wird er durch den geringsten Umstand schon so erschüttert, dass die Theilchen sich neben einander hin und her bewegen, und eine Gestalt durch sie nicht angenommen werden kann.

Am besten erhalten wir meistens die festen, bestimmten Formen, in denen die chemischen Verbindungen oder einfachen Körper krystallisiren, wenn wir die Bildung derselben ungemein langsam vornehmen, oder wenn wir die schon gebildete Substanz in einen flüssigen Zustand versetzen, indem wir sie auflösen oder schmelzen, und die heissen Auflösungen oder geschmolzenen Massen sehr langsam erkalten lassen, oder das Auflösungsmittel (Wasser, Weingeist, Aether, Schwefelkohlenstoff u. s. w.) langsam verdampfen. Der neu entstandene feste Körper, von mehr oder weniger bedeutender Grösse, zeigt nun glatte Aussenflächen, welche durch Ebenen dargestellt werden, und gegeneinander eine ganz bestimmte Neigung haben; sie bilden mit einander unveränderliche Winkel; man nennt dann diesen Körper einen Krystall. Bei seiner Bestimmung, zu welcher Klasse und zu welcher Form er gehöre (Krystallsystem), kommt es nicht auf die Ausdehnung der Flächen an, sondern nur auf die Winkel, welche diese mit einander bilden.

Stört man die Krystallisation eines Körpers, so werden die kleinsten Theilchen daran gehindert, dem Bestreben zu folgen, welches sie auf diese Weise neben einander legen würde, und die Krystallisation kommt entweder gar nicht zu Stande, oder sie erscheint nur in den kleinsten Theilchen, welche selbst wahrscheinlich in der ihnen zukommenden Form krystallisirt sind, aber sich nun regellos ferner an einander legen. Diess geschieht z. B. sehr häufig, wenn Verbindungen, die eine lange Zeit brauchen, um aus dem geschmolzenen Zustande in den krystallisirten überzugehen, schnell abgekühlt und auf diese Weise mitten in ihrer Bewegung gestört werden, daher an der Stelle auch verharren müssen, an der sie sich gerade jetzt befinden, welche sie aber möglichst zu verlassen suchen. Der Körper wird hierbei meist

sehr spröde, die einzelnen Theile trennen sich leicht von einander, wenn der Zusammenhang einmal aufgehoben ist; sie sind gewissermassen in einer Art von Spannung, welche sie fortwährend zu überwinden suchen. Beim gehärteten Stahl haben wir diese Erscheinung; und in viel höherem Maasse bei den sogenannten Glastropfen. Diese fallen weissglühend in eiskaltes Wasser, erstarren plötzlich, ohne Zeit zu haben sich nach Willkühr anzuordnen, und sind nun ungemein hart, aber auch ungemein spröde. So wie sie zerbrochen werden, indem man die Spitze davon abbricht, zerspringen sie mit grosser Gewalt in unendlich viele kleine Sückchen, feinen Glasstaub darstellend.

Dass hier in der That die Anordnung der Atome eine verschiedene seyn muss in dem krystallisirten und dem amorphen Zustande, kann man sehr leicht aus dem verschiedenen specifischen Gewicht und der verschiedenen specifischen Wärme nachweisen, welche diese beiden Zustände zeigen. Die chemische Zusammensetzung des Körpers d. h. die Menge der einzelnen in ihm enthaltenen Elemente kann natürlich durchaus nicht geändert seyn, aber wohl die Art und Weise, wie sie unter einander verbunden sind, nicht nur die Art, wie sie mechanisch gegen einander gelagert sind. Ob diess jedoch in der That der Fall sey, lässt sich ungemein schwer entscheiden, obwohl einige Thatsachen für die Richtigkeit dieser Ansicht zu sprechen scheinen.

Gestattet man hingegen den festen Körpern, sich ganz langsam zu bilden, so scheidet sich das erste Theilchen in der ihm eigenthümlichen Form aus, und die darauf sich absetzenden haben Zeit und Ruhe genug, gleichfalls diese Form anzunehmen, und dadurch das erste Theilchen so zu vergrössern, dass die eigenthümliche Form beibehalten wird. Wenn man z. B. Metalle aus ihren Auflösungen durch sehr schwache galvanische Processe niederschlägt, so ist man im Stande, sie krystallisirt zu erhalten, und zwar in messbaren Krystallen (Becquerel). Wenn man indessen diese galvanische Kraft steigert, so dass das Metall sich schnell ausscheidet, so hat zweifelsohne jedes kleine Theilchen dieselbe Form, aber der Process war so for-

cirt, und beschleunigt, dass die Theilchen nicht Zeit hatten, sich so zu legen, wie es vorher der Fall war. Diess sehen wir bei der Galvanoplastik.

Wenn man Kalkerde in Wasser auflöst, so erhält man durch den Einfluss der Kohlensäure der Luft kohlensaure Kalkerde, welche formlos zu Boden fällt; benutzen wir indessen Zuckerwasser, um den Kalk aufzulösen, welches mehr Kalk als gewöhnliches Wasser aufnehmen kann, und dem Zutritt der Kohlensäure durch seine Klebrigkeit auch mehr widersteht, so sehen wir jetzt den kohlensauren Kalk sehr langsam, aber in schönen Krystallen sich bilden. Auch die Metalloxyde konnte Becquerel auf die Weise krystallisirt erhalten, dass er ihre Bildung sehr langsam vor sich gehen liess. In der Natur kommen eine grosse Menge von Krystallen vor, welche offenbar auf eben diese Weise entstanden sind. Selbst im thierischen Organismus treten Stoffe auf, freilich nur als krankhafte Produkte, welche, sich gleichfalls nach und nach bildend, wenn auch nicht eine vollständige Krystallisation angenommen haben, doch eine deutlich krystallinische Structur zeigen; so z. B. die Gallensteine, die Harnsteine u. s. w. Endlich haben wir selbst im Darmkanal, in manchen Blutgefässen wirkliche Krystalle, welche von Schoenlein und von Gluge und später von mehreren Andern beobachtet worden sind.

Gewöhnlicher ist die Krystallbildung aus der Auflösung oder aus dem geschmolzenen Zustande der Körper. In jenem Falle sondern sich die gleichartigen (gleich zusammengesetzten) Theile nach und nach aus der fremdartigen Auflösungsmasse aus, und lassen diese zurück mit denjenigen Stoffen, welche vielleicht gleichfalls darin aufgelöst waren. Man nennt die zurückbleibende Flüssigkeit Mutterlauge. Häufig schliessen die kleinen Zwischenräume der einzelnen Krystalle etwas von der Mutterlauge und mit ihr von den fremden Stoffen ein; diess ist eine rein mechanische Erscheinung. Je grösser die Krystalle sind, desto mehr findet diess Statt; um daher reine Krystalle zu erhalten, stört man die Krystallisation, und erhält dann kleine, welche man von der Mutterlauge leicht tren-

nen, und durch nochmalige Krystallisation völlig rein darstellen kann.

Ganz ähnlich ist die Krystallisation der Körper beim Erstarren der geschmolzenen Massen. Man kann den geschmolzenen Körper betrachten als eine Auflösung der festen Masse in der flüssigen desselben Stoffes. Erkaltet die Flüssigkeit, so kann sie den festen Körper nicht mehr aufgelöst zurückhalten, es scheidet sich derselbe aus, und wenn das Erkalten langsam genug vor sich geht, in recht grossen und schönen Krystallen. Trennt man von diesen die Flüssigkeit von welcher sie umgeben werden, so bleiben sie frei zurück; auf diese Weise kann man Krystalle von Schwefel, Phosphor, Wismuth, Antimon u. s. w. erhalten. Versäumt man indessen diese Trennung, so erstarrt die ganze Flüssigkeit endlich zu einer gleichmässigen Masse, in welcher man jedoch sehr häufig die Neigung zu Krystallisation, oder vielmehr die wirklich Statt gehabte Krystallisation wahrnehmen kann.

Noch ein Mittel besitzen wir, Körper, welche nicht krystallisirt sind, ohne dass wir sie schmelzen oder auflösen, in Krystalle oder wenigstens krystallähnliche Körper umzuwandeln, und zwar dadurch, dass wir sie nahe bis zum Schmelzpunkt erhitzen. So können wir das Glas, welches zu schnell erstarrt ist, um krystallinische Structur zu zeigen, durch sehr anhaltendes, starkes Glühen, am besten in reinem Sande, aus dem amorphen Zustande in den krystallinischen überführen, in welchem die einzelnen Theilchen eine von der frühern ganz verschiedene Lage besitzen. Das specifische Gewicht des Glases fand ich zu 2,65, und der nun entstandenen Masse zu 2,87. Die Durchsichtigkeit des Glases ist verschwunden, und es ist in eine weisse, krystallinisch strahlige, undurchsichtige porzellanartige Masse verwandelt, welche nach ihrem Entdecker Réaumur'sches Porzellan genannt ist.

Wir haben hier die krystallinische Anordnung der Theile in Folge einer lang anhaltenden Glühhitze, welche zwar die Theilchen nicht von einander zu trennen im Stande war, sie jedoch so lose von einander machte, dass eine Verschiebung an einander geschehen konnte, und sie sich nun in die Lage

versetzen konnten, wo sie am meisten den mechanischen Attractionsgesetzen Folge leisten konnten.

Ich will hier nicht ausführlich die Eigenschaften der Krystalle anführen, welche wir an ihnen wahrnehmen können, sondern nur auf die namentlich aufmerksam machen, welche uns den Unterschied zwischen ihrer Anordnung und der in den organisirten Verbindungen deutlich machen werden.

In den Krystallen sind die einzelnen Elemente, die Atome einander so genähert, wie die eigenthümliche Anziehungs- und Abstossungskraft denselben gestattet. Wir können sie von einander entfernen, indem wir ihren Zusammenhang durch Schmelzen aufheben und sie schnell erkalten lassen. Damit die kleinsten Theilchen sich in der Art und Weise wie in dem Krystalle anordnen können, bedürfen sie einer bestimmten Zeit; können sie diese nicht anwenden, so bleiben sie gewissermassen in Unordnung durcheinandergewürfelt liegen, mitten in ihrer Bewegung unterbrochen, also nicht so nahe an einander gerückt, als sie es sonst wohl gethan haben würden. Wenn wir daher ein krystallisirtes Mineral schmelzen, und lassen es dann schnell erstarren, so finden wir zuweilen ein anderes specifisches Gewicht, und da der Körper sich dabei nothwendig ausgedehnt haben muss, ein niedrigeres. Magnus fand den Vesuvian von Egg vor dem Schmelzen zu 3,45, nach dem Schmelzen zu 2,957, einen roth-braunen Granat von Grönland vor dem Schmelzen zu 3,9 und nach dem Schmelzen zu 3,05, den Grossular vom Wiluiflusse vor dem Schmelzen zu 3,63 und nach dem Schmelzen zu 2,95; Rammelsberg den Axinit vor dem Schmelzen zu 3,295 und nach dem Schmelzen zu 2,815.

Die umgekehrte Erscheinung zeigt sich, wenn die ursprüngliche Masse vielleicht schnell formlos erstarrt, oder vielleicht dabei selbst in eine Krystallform eingegangen ist, und nun durch anhaltendes Glühen, langes Liegen u. s. w. seine einzelnen Theilchen in Bewegung oder wenigstens Verschiebung zu setzen vermag, wobei diese sich nun so viel wie möglich nahe kommen. Scheerer hat in dieser Beziehung einige Mineralien untersucht, welche eine recht auffallende Dichtigkeitsdifferenz vor und nach dem Glühen zeigen. Der

Gadolinit von Hitterön wog vor dem Glühen 4,35, nach dem Glühen 4,63; der Orthit von Fille-Fjeld vorher 3,65, nachher 3,94; der Allanit von Jotum-Fjeld vorher 3,54, nachher 3,76. Das Réaumursche Porzellan zeigt analoge Erscheinungen. Sehr auffallend ist diese Erscheinung bei dem Schwefel, welcher zwei verschiedene Formen annehmen kann, je nachdem er aus seinen Auflösungen und durch Sublimation, oder aus seinem geschmolzenen Zustande durch Erstarren krystallisirt. In jenen beiden Fällen muss er, wenn er auch schnell entsteht, dennoch in einem dichteren Zustande sich befinden, indem bei der Krystallisation aus den Auflösungen die zwischen den kleinsten Schwefeltheilchen befindliche Flüssigkeit das unmittelbare Aneinanderlegen derselben erschwert und verzögert, es also auf die Weise zu Stande kommen kann, wie die Atome am nächsten und am dichtesten sich aneinander legen können. Wir erhalten Krystalle, welche im Durchschnitt ein specifisches Gewicht von 2,05 besitzen. Erstarrt der Schwefel aus seinem geschmolzenen Zustande, so ist ein Schwefelpartikelchen neben dem andern gelagert; wenn sie fest werden, so können sie sich unmittelbar an einander legen, und ohne ein Hinderniss zu überwinden, folgen sie nicht sowohl der stärksten mechanischen Verwandtschaft, sondern gewissermassen der augenblicklichen Bequemlichkeit. Die so entstehenden Krystalle sind weniger dicht, ihr specifisches Gewicht ist nur 1,99. Lässt man sie einige Zeit liegen, so gehen sie von selbst in den andern Zustand über, und durch die Verschiebung der Atome werden sie selbst dichter, und zwar wiegen sie nachher gleichfalls 2,05; dabei wird eine bedeutende Menge von Wärme frei. (Marchand, Scheerer.)

Wir sind nun zwar noch im Stande, die einzelnen Atome durch Druck künstlich noch näher an einander zu bringen, aber dann hören die eigenthümlichen Kräfte der Materien auf wirksam zu seyn, dann haben wir fremde Einflüsse, deren Erscheinung hier nicht beachtet werden darf.

Dabei sehen wir jedoch zugleich, dass die Form nicht das Resultat einer allgemeinen und daher überall gleich auftretenden grössten Anziehung der Masse ist, denn sonst würde

sie jedesmal als Kugel auftreten, da diese die Form ist, in welcher die Theile den kleinsten Raum einnehmen, also auch am meisten genähert sind; sondern die Form ist durch ebene Flächen begränzt, welche nach der jedesmaligen chemischen Beschaffenheit und Zusammensetzung des Körpers sich ändert. Wir können sogar annehmen, dass die Fähigkeit der Verbindungen, eine bestimmte Krystallform anzunehmen, es ist, welche die constante chemische Zusammensetzung hervorruft. Wenn wir Körper mit einander mischen, welche dieselbe Krystallform besitzen, so können wir sie in jedem beliebigen Verhältnisse mit einander vereinigen, während anders krystallisirte Stoffe sich nur in den chemischen, festen Proportionen verbinden können. Schwefel und Silber, beide verschiedene Krystallform zeigend, können sich nur in bestimmten Verhältnissen zu krystallisirtem Schwefelsilber vereinigen; Gold und Silber hingegen, beide gleich krystallisirend, in jedem Verhältnisse zu schön ausgebildeten, in der Natur vorkommenden Krystallen. Die Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, nennen wir isomorphe. Der Isomorphismus, eine der glänzendsten Entdeckungen der neuern Chemie, die wir Mitscherlich verdanken, zeigt sich nun nicht allein bei den Elementen, sondern auch bei zusammengesetzten Körpern. So sind z. B. Thonerde, Eisenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd isomorph. Ihre Zusammensetzung ist nun in der That in atomistischer Beziehung auch dieselbe; sie bestehen aus 2 Atomen Metall und 3 Atomen Sauerstoff: $Al_2\,O_3$, $Fe_2\,O_3$ u. s. w. Diese Körper können sich daher, namentlich in ihren Verbindungen mit Säuren, in jedem Verhältniss mit einander mischen und in die Krystallisation eingehen. Da es nun die Form ist, welche von einer Verbindung eine fremdartige abhält, so kann natürlich dort, wo die Form dieselbe ist, eine solche Repulsion nicht stattfinden. Wenn ein Körper in Octaedern krystallisirt, so müssen auch alle kleinsten Theilchen dieselbe Krystallform besitzen; und wenn nun eine unendliche Anzahl von kleinen Octaedern sich an einander gruppiren, immer die entsprechende Fläche auf dieselbe Weise neben einander legend, so muss endlich ein grosses Octaeder entstehen. Wenn zwischen diesen Octaedern sich zufällig ein

Hexaeder befinden würde, so müsste dadurch natürlich der Zusammenhang unterbrochen und aufgehoben werden; es wird also das Hexaeder ausgestossen. Ist jedoch ein Octaeder eines andern Stoffes vorhanden, welches dieselben Winkel zeigt, so hindert Nichts, dass dies nicht ebenfalls eine Stelle in der Aggregation finde, gleichviel, wie es zusammengesesetzt sey. Die Zusammensetzung muss indessen so seyn, dass die Elemente in denselben Verhältnissen sich mit einander vereinigt haben, wie es oben angegeben ist, so dass es bei der chemischen Verbindung nicht sowohl darauf ankommt, welche Elemente vorhanden sind, sondern in welcher Art und Weise sie mit einander vereinigt sind. Es ist gewissermassen ein Typus in der Anordnung der einzelnen Elemente beobachtet; dieser wird nicht gestört durch das Eintreten eines andern Stoffes, welcher denselben Typus besitzt. In den organischen Verbindungen haben wir diese Erscheinung in ausgezeichnetem Grade. Hier sehen wir Verbindungen, welche ganz andere Zusammensetzungen besitzen hinsichtlich der Elemente, aber doch genau dieselben chemischen Eigenschaften zeigen. Die Essigsäure aus $C_4\ H_6\ O_3$ bestehend, kann durch Chlor in eine neue Substanz umgewandelt werden, gleichfalls eine Säure, welche $C_4\ Cl_6\ O_3$ enthält, die Chloressigsäure, und welche dieselben chemischen Eigenschaften, Zersetzungsprodukte u. s. w. zeigt, wie die Essigsäure, nur dass hier Chlor auftritt, wo dort Wasserstoff erscheint. (Dumas.)

Alle diese mit der Krystallisation innig vertrauten Erscheinungen zeigen sich nicht bei der Aggregation der kleinsten Theilchen in den organisirten Verbindungen. Hier haben wir nicht mehr die Zusammenhäufung einer und derselben chemischen Verbindung, sondern die kleinsten Theile sind durch chemisch einander fremdartige Verbindungen gebildet. Organische und anorganische Vereinigungen sind in Verhältnissen mit einander gemengt, ohne die chemischen Gesetze zu befolgen, welche sich bei der Krystallisation zeigen; keine Andeutung der chemischen Proportionen finden wir hier, und die Ausnahmen, durch den Isomorphismus hervorgerufen, finden hier keine Anwendung. Wir sehen eine scheinbar will-

kührliche Form, eine scheinbar zufällige Zusammensetzung an allen einzelnen Theilen des Organismus, wie selbst im ganzen Organismus wiederkehren. Es ist eine ganz unhaltbare Idee, wie es ein ausgezeichneter Chemiker annehmen wollte, auch die einzelnen Organismen, und sogar das ganze Thier sey nach chemischen Proportionen zusammengesetzt, und der Mensch, das Bein, die Knochen u. s. f. liessen sich dann überhaupt durch eine chemische Formel ausdrücken, wie das schwefelsaure Kupferoxyd u. s. f.

Im Gegentheil finden wir in der chemischen Zusammensetzung einer Organisation bei Weitem nicht die chemische Uebereinstimmung, wie in dem der krystallisirten Verbindungen. Wenn auch das Eiweiss, das Blutroth u. s. w. immer ihre constante chemische Zusammensetzung zeigen, so sind doch die Theile, welche aus diesen und aus anderen organischen und anorganischen Verbindungen zusammengesetzt sind, durch die Menge dieser wirklichen chemischen Verbindungen oft von einander sehr abweichend. Die Blutkügelchen, zwar immer dieselben Elemente enthaltend, sind doch einigen Veränderungen unterworfen, nach dem Alter, der Constitution des Thieres; Veränderungen, denen freilich gewisse Grenzen und zwar ziemlich enge gezogen sind. Gegen dieses Schwanken tritt eine andere feste Regel ziemlich entschieden auf, und zwar die der Grösse. Die kleinsten mikroskopischen Theilchen, welche die einzelnen Organe darstellen, haben eine constante Grösse, freilich auch nicht ohne Abweichungen unter einander, jedoch ohne sehr bedeutende. So finden wir bei einem und demselben Thiere die Blutkügelchen von einer Grösse; ebenso die Milchkügelchen, die der Lymphe, des Eiters; so finden wir, dass die Gefäss-Canälchen der drüsigten Organe, dass die Muskelfasern u. s. w. immer ziemlich denselben Durchmesser zeigen. Hier also spielt die Grösse der den Körper zusammensetzenden Theile eine wesentliche Rolle, während diese bei den krystallisirten chemischen Verbindungen ganz und gar nicht in Betracht kömmt. Der nur mikroskopisch als Krystalle erkennbare Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd hat dieselben chemischen und physi-

kalischen Eigenschaften, wie der in grossen Krystallen in der Natur vorkommende Bleivitriol. Dagegen sehen wir eine Uebereinstimmung der organisirten Theile mit den Krystallen in der constanten Wiederkehr ein und derselben Form. Wir werden niemals beobachten, dass das Blutkörperchen des Menschen eine andere Form hat, als die münzenähnliche, kreisförmig-scheibenartige. Wir werden niemals längliche, kugliche, eiförmige Blutkörperchen erscheinen sehen. Aber wir sehen bei den Beobachtungen dieser Form auch sogleich, dass es hier nicht mechanische Kräfte waren, welche eine mathematisch sich darstellende Form herbeiführen; hier kommt noch ein neues Agens hinzu, welches dort gänzlich fehlt.

Aehnliche, der Krystallinität fremde oder scheinbar fremde Formen bringt oft auch die anorganische Natur hervor. Wir sehen nicht selten in den sogenannten Naturspielen Formen auftreten, welche uns unwillkührlich an Gegenstände aus der organischen Welt erinnern. Wir sehen scheinbar Thiere nachgeahmt, Früchte, Menschen oder Theile derselben. H. v. Meyer hat jedoch sehr Unrecht, hierin eine zum Organischen sich hinneigende Bildungskraft annehmen zu wollen, und es als eine von der Natur absichtlich erzeugte, gewissermassen scherzhafte Nachahmung des Organismus zu betrachten. Aller wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit nach, sagt Ehrenberg, spielt nur das organisch Freie, auch der Mensch, die übrige Natur nicht, und in jeder Form der Natur ist ein tiefer Ernst, ein festes Gesetz.

Wie wenig sich selbst gewöhnlich dergleichen Formen als ganz bestimmt darstellen, kann man schon daraus abnehmen, dass meist eine jede Person, welche sie betrachtet, ihnen eine andere Bedeutung unterlegt. Ehrenberg vergleicht sie in dieser Beziehung sehr treffend mit den bekannten Figuren, welche die Wolken bilden, die Jedermann anerkennt, aber Jeder sich auf andere Weise phantastisch und subjectiv ausbildet. Mehr Regelmässigkeit, und selbst constant wiederkehrende Formen in dieser Beziehung zeigen einige anorganische Bildungen, unter denen sich vorzüglich die ägyptischen, regelmässigen, zuweilen einen Fuss grossen Augen- und Brillensteine

oder Doppelaugen, welche Ehrenberg und Hemprich 1821 in der Wüste bei Dendĕra in Oberägypten in zahlreicher Menge in natürlicher Lagerung und in verschiedenen Entwickelungszuständen entdeckten und sammelten. Aehnlich sind die schwedischen Malrekorsteine und die finnländischen Imatrosteine, in welchen allen keine Spur von organischer Bildung stattfindet, so sehr auch im ersten Augenblicke es den Anschein haben möchte.

In diesen Aggregationen haben wir gleichfalls nicht eine Anordnung der Theile, welche nach krystallinisch richtenden Kräften sich uns darstellte, und darum vorzüglich, in kugliger und eiförmiger Form auftretend, schliessen sie sich am meisten den Organismen an, aber sie unterscheiden sich wesentlich von ihnen schon dadurch, dass die kleinsten Theile aus denen sie zusammengesetzt sind, in der That noch eine krystallinische Anordnung zeigen, und daher oft und gewöhnlich ein krystallinisch strahliges Gefüge erkennen lassen. Viel mehr als diese grossen Gebilde nähern sich die kleinen, feinen, mikroskopischen, amorphen Niederschläge, welche durch einige chemische Reactionen hervorgebracht werden. So haben z. B. die Kügelchen, welche die frisch gefällte Thonerde zeigt, recht viel Aehnlichkeit mit den Kügelchen der Hefe, selbst denen der Milch. Aber hier frägt sich, ob sie nicht selbst schon eine krystallinische Struktur besitzen, welche wir ihrer Kleinheit wegen nicht wahrnehmen können. In den kugeligen Ablagerungen von Harnsäure, welche Mylius in einigen Helixarten beobachtet hat, und welche nach meinen Messungen 0,0001 — 0,0008 pariser Linien im Durchmesser hatten, zeigte sich nicht eine Spur von Krystallinität, wohl aber eine concentrischschaalige Anordnung, welche vermuthen liess, dass diese Schaalen selbst eine krystallinische Anordnung besassen.

Wenn diese scheinbaren Körnchen vielleicht selbst nicht einmal krystallinisch sind, so haben sie in jedem Falle eine grosse Neigung, sich zu Krystallen selbst zu vereinigen, und also sich selbst in vollständige sehr kleine Krystalle umzuwandeln. Am schönsten und elegantesten sieht man die plötzliche Umbildung bei dem chlorisatinsauren Bleioxyd und Kupfer-

oxyd, welche von Erdmann entdeckt, und von ihm und mir sehr häufig beobachtet worden sind. Der Niederschlag, welcher zuerst entsteht, wenn man chlorisatinsaures Kali mit essigsaurem Kupferoxyd oder Bleioxyd zersetzt, erscheint unter dem Mikroskop vollkommen kugelig, und selbst perlenschnurartig aufgereiht, wie wenn man Hefe oder ähnliche niedere organische Gebilde vor sich hätte. Die saffrangelbe Farbe tritt bei dem Bleioxydsalze, die grüne bei dem Kupferoxydsalze sehr deutlich hervor. Plötzlich verschwinden diese Körnchen dem Auge des Beobachters, und an ihre Stelle treten, oft mit Blitzesschnelle fortwachsend, grosse dendritische Krystallvegetationen von hochrother und purpurrother Farbe. Ich glaube nicht, wie einige andere Beobachter, annehmen zu müssen, dass bei dem Verschwinden die Körnchen selbst sich erst wieder auflösen und nun von Neuem sich absetzen, sondern dass sie unmittelbar zusammeneilen und sich nun im Ganzen krystallinisch anordnen, wie sie selbst vielleicht schon in ihren kleinsten Theilchen angeordnet waren, zu klein, um der Beobachtung nicht zu entgehen.

Bei diesen Bildungen, wie auch bei denen der ausgebildeten Krystalle, bemerkt man immer, dass dieselben von der Mitte ausgehen, und dass sich um den zuerst gebildeten Mittelpunkt die übrigen Theile in ihrer eigenthümlichen Aggregation zusammenfügen. Wenn zwei dergleichen Mittelpunkte zu gleicher Zeit nahe an einander entstehen, sich vergrössern, und endlich so nahe kommen, dass ihre Fortbildungen sich einander berühren, so wachsen die Krystalle zusammen, je nach den zufälligen Umständen, welche ihnen gerade dargeboten werden. Hier haben wir durchaus keine gesetzmässige Wiederkehr, keine Regeln nach denen sich Krystall mit Krystall verbindet. Dabei ist die Vereinigung der kleinsten Krystallpartikelchen nur eine unvollkommene; es ist eine Juxtaposition und keine völlige Verbindung. Diess spricht sich schon sehr deutlich aus, indem die meisten Krystalle nach ihren Grundflächen die sogenannten Spaltungsrichtungen zeigen, denen folgend man Blättchen vom Krystall mit mehr oder weniger Leichtigkeit abnehmen kann, ohne die Form des Krystalls

selbst wesentlich zu zerstören. Noch deutlicher hat jedoch Wackernagel bewiesen, dass eine völlige Berührung der Theilchen selbst oft gar nicht nöthig ist, indem er einen Alaunkrystall mit einer Schicht von Wachs oder Firniss umgab, welche die Dicke eines Millimeters besass und dadurch nicht das Fortwachsen des Krystalls in einer Auflösung von Alaun hinderte.

Dieses Phänomen hat einige Naturforscher veranlasst, anzunehmen, es gäbe überhaupt keine unmittelbare Berührung, und diejenige, welche uns so erschiene, sey es in der That nur scheinbar. Sie stützen sich dabei auf noch eine andere Erscheinung, nämlich auf die Erzeugung der Newtonschen Farbenringe, hervorgebracht dadurch, dass man ein sehr flaches Kugelsegment von Glas (sehr flaches Uhrglas) auf ein glattes Glas legt; und dass diese Farben gleichfalls zu Stande kommen, wenn der Berührungspunkt durch ein sehr dünnes Goldplättchen bedeckt ist, also beide Platten sich in der That nicht unmittelbar berühren. Diess beweist indessen wohl nur, dass einige Erscheinungen sowohl dann auftreten, wenn die Körper sich wirklich berühren, als auch wenn sie sich fast berühren. In jedem Falle würden die Zwischenräume, welche wir hier künstlich herbeigeführt haben, unendlich viel grösser seyn, als diejenigen, welche zwischen den uns als sich berührend erscheinenden Theilchen existiren.

Während wir nun wissen, dass die Bildung eines einzelnen Krystalls nur von einer Stelle ausgehen kann, so beobachten wir bei den organisirten Theilen das Gegentheil. Hier sehen wir, wie sich zur Bildung eines festen Organes mehrere, von einander abgesonderte Kerne gleichzeitig und völlig getrennt von einander bilden, sich vermehren, nach und nach vergrössern, und endlich sich mit einander zu einem Ganzen vereinigen. Bei der Erzeugung der Knochen sehen wir die Knochenkerne auf diese Weise entstehen. Man könnte vielleicht geneigt seyn, eben diese Knochenkerne mit den Krystallen selbst zu vergleichen, und den Knochen mit einer Aggregation von Krystallen. Indessen auch hier würden sich alsbald wesentliche Unterschiede bemerkbar machen. Die einzeln entstehenden Krystalle, welche durch ihre Vergrösserung nach und nach

zusammenwachsen und ein Ganzes bilden, haben gegen einander eine durchaus zufällige Lage, welche nur von äusseren, wechselnden Einflüssen abhängig ist. Form, Rauhigkeit oder Glätte des Gefässes u. dgl. m. bedingen die sich hier zeigenden Erscheinungen. Nicht so dort; die relative Lage dieser kleinsten Theilchen ist durchaus constant gegen einander, und bei der Beobachtung eines Knochens durch das Mikroskop sehen wir eine völlige Regelmässigkeit wiederkehren, welche wir auf der andern Seite niemals entdecken können. Wenn Weber meint, die kleineren Organe, z. B. die Venenzweige in der Haut am Arme hätten eine sehr veränderliche Lage und Form, so darf man diess nicht als einen Einwurf gegen das oben Gesagte betrachten, denn diese sind selbst erst wieder Aggregationen kleinster Organisationen, welche gegen einander eine sehr bestimmte Lagerung zeigen. Eine grosse Aehnlichkeit, welche jene kleinsten Körner mit den Krystallen jedoch gemein haben, ist die sehr gleichmässige Anordnung, welche sie selbst besitzen, und welche man fast krystallinisch nennen könnte. Wir können diese Krystallinität jedoch nicht als völlige Krystallisation betrachten, sondern sie höchstens den Morpholithen nahe rücken, so dass wir ein Bestreben der Natur sehen, in ihren kleinsten Theilen auch hier mechanischen Gesetzen zu folgen, ohne jedoch aufzuhören, organisch wirkenden Kräften unterthan zu seyn.

Es ist schon oben (p. 64.) bemerkt worden, dass zwar auch im organischen Körper wirkliche Krystallbildungen auftreten, aber dann immer an Orten, wo sie vom Organismus wesentlich getrennt sind; dies macht uns noch auf einen sehr wichtigen Unterschied der hier beobachteten Körper aufmerksam. Der Krystall ist an und für sich ein Individuum; er steht abgesondert von anderen Individuen da, und wenn er etwa mit anderen verbunden auftritt, so sind doch die anderen zu seiner Bildung und Existenz nicht nothwendig. Nicht so ist es bei den einzelnen organisirten Theilen. Diese können durchaus nicht einzeln entstehen, einzeln bestehen; ja es ist gar nicht denkbar, dass es einen solchen einzelnen Theil geben könne; so wie er vereinzelt wird, so hört er auch schon

auf, seine Organisation zu besitzen, und er kehrt mit mehr oder minderer Schnelligkeit in das Reich des Anorganischen zurück. Während der ganze Organismus aus unzähligen, verschieden organisirten Theilchen besteht, welche so unendlich verschiedene Eigenschaften besitzen, sowohl unter einander, als auch besonders in Bezug auf das Ganze, und in dieser nothwendigen Zusammengesetztheit erst ein Individuum darstellt, von dem wir kein Theilchen abnehmen dürfen, ohne es zu verkrüppeln, so finden wir, dass das Krystall-Individuum gleichfalls aus unzähligen kleinen Theilchen besteht, welche jedoch unter einander genau dieselben Eigenschaften besitzen, und daher nun auch völlig dieselben, wie das Ganze, welches sie bilden. Wir können das Individuum theilen (spalten), ohne eine andere Eigenschaft als seine Grösse dadurch aufzuheben; die Form bleibt wesentlich dieselbe, und die charakteristischen Eigenschaften werden nicht zerstört.

Es würde ein sehr unpassender Vergleich seyn, wollte man mit dem zusammengesetzten Organismus die zusammengesetzten Gebirgsarten vergleichen, welche ebenfalls aus mehreren verschiedenartig zusammengesetzten Theilen bestehen. Der Granit, aus Quarz, Glimmer und Feldspath bestehend, schliesst hier die Mineralien ein, welche sowohl in anderen durchaus verschiedenen Gebirgsarten gleichfalls auftreten, als auch namentlich ganz isolirt in schönen Krystallen erscheinen können. So stört denn auch z. B. die grössere oder geringere Anhäufung des einen oder des andern Bestandtheils durchaus nicht die wesentliche Beschaffenheit der zusammengesetzten Gebirgsart, so dass man sieht, wie ungeschickt eine solche Parallele angelegt seyn würde.

Betrachten wir nun die äussere Form der Krystalle und die Anordnung der Organisation, so finden wir augenblicklich einen wesentlichen Unterschied. Wir entdecken bei den Krystallen die immer wiederkehrende regelmässige Form, welche eben deshalb, weil sie immer wiederkehrt, nothwendig seyn muss. Wir wissen uns von dieser Nothwendigkeit nicht die geringste Rechenschaft zu geben, wir haben keine Vorstellung von den tiefen Gesetzen, welche diese Erscheinungen

hervorrufen. Ebenso wenig wie wir wissen, weshalb sich stets 100 Theile Sauerstoffgas mit 12,48 Theilen Wasserstoffgas zu Wasser vereinigen, wissen wir, weshalb der Granat immer im Rhomben-Dodekaeder krystallisirt. Wir sehen hier nur die immer wiederkehrende Erscheinung, erheben sie deshalb zum Gesetz, ohne ahnden zu können, durch welchen innern Grund dasselbe besteht. Beim Organismus sehen wir gleichfalls eine immer wiederkehrende Anordnung, wenn auch mit nicht wesentlichen Abweichungen. Hier sehen wir gleichfalls keine Nothwendigkeit, aber wir sehen die Zweckmässigkeit derselben. Ohne uns den Vorwurf einer übermässigen Teleologie machen zu müssen, welche so häufig die gelehrtesten Männer verleitet hat, absurde Ideen aufzustellen, so dass selbst der geistreiche Bergmann behaupten konnte, das Meerwasser sey salzig, damit es, specifisch schwerer, die Schiffe besser tragen könnte; ohne uns eines solchen wirklichen Vergehens schuldig zu machen, dürfen wir jedoch mit allem Recht behaupten, von unendlich vielen Anordnungen in dem Organismus den Zweck vollkommen einsehen zu können.

Die Art und Weise, wie die bewegenden Muskeln an den Knochen angeheftet sind, stellt das einfachste mechanische Princip des Hebels dar, welches hier auf das Zweckmässigste angewendet worden ist. Die Ausdehnung der Blutgefässe auf der Oberfläche der Lungenzellen, welche in dem so kleinen Raum eine so ungeheure Ausdehnung besitzen, ist ein einzelner Fall des allgemeinen Bestrebens in der organischen Natur, die grössten Effekte mit den möglichst kleinen Mitteln auszuführen. Die Nothwendigkeit können wir auch hier nicht entdecken, denn wir können uns sehr wohl andere Anordnungen und Auswege vorstellen, welche zu demselben Resultate führen könnten, aber selten können wir uns einbilden, zweckmässigere aufzufinden. Daraus ergiebt sich aber schon gewissermassen die Nothwendigkeit; denn die absolute Zweckmässigkeit ist die absolute Nothwendigkeit.

Einige Physiologen haben noch zu den Aehnlichkeiten zwischen der Organisation und Krystallisation die Symmetrie derselben und die Abweichungen von dieser zählen

wollen. Indessen finden wir weder bei allen Krystallsystemen die Symmetrie vor, noch bei den Organismen. Bei diesen ist sie vielmehr ausserordentlich eingeschränkt, gewöhnlich auf zwei Hälften in einer Richtung beschränkt, und auch hier nur unvollständig.

Aus dem Angeführten erhellt nun im Allgemeinen, dass die Krystallisation der mechanische Effect von chemischen Wirkungen ist, die Organisation hingegen der mechanische Effect von vitalen Wirkungen; zuweilen tritt auch hier die Krystallisation auf, jedoch immer untergeordnet, und stets durch die Vitalität überwunden, welche selbst, so lange sie existirt, niemals in den Hintergrund tritt.

ORGANISIRTE BESTANDTHEILE DES KOERPERS.

Die näheren Bestandtheile des Organismus treten in demselben in einer eigenthümlichen Aggregation auf, welche so eben als Organisation aufgeführt worden ist. In dieser Organisation sind anorganische und organische Verbindungen mit einander vereinigt, und zwar meistens in Verhältnissen, welche sich nicht mehr an das Gesetz der chemischen Proportionen anzuschliessen pflegen. Diejenigen Verbindungen, welche als den Körper constituirende erscheinen, werden sehr häufig auch durch die Se- und Excretionsprocesse ausgeschieden, doch finden wir in den auf diesen Wegen sich absondernden Flüssigkeiten bei Weitem nicht alle diese Verbindungen. Ich will jetzt die näheren Bestandtheile der Organe hier anführen, zuerst die anorganischen und sodann die organischen, ohne aber dabei ihre Eigenschaften zu bemerken. Diese werde ich hinzufügen, wenn ich sie zum ersten Male bei ihrem Auftreten in den einzelnen Organen erwähnen werde. Dabei kann ich jedoch die Eigenschaften der anorganischen Verbindungen als bekannt voraussetzen, ich werde es daher vermeiden, über sie mehr zu sagen, als in physiologischer Beziehung von ihnen wichtig ist.

Die anorganischen Bestandtheile des Körpers werden vorzüglich durch folgende Verbindungen dargestellt:

1. Schwefelsaures Kali.
2. Schwefelsaures Natron.

3. Schwefelsaure Kalkerde.
4. Phosphorsäure.
5. Phosphorsaures Natron.
6. Phosphorsaures Ammoniak.
7. Phosphorsaures Ammoniak-Natron.
8. Phosphorsaure Kalkerde.
9. Phosphorsaure Magnesia.
10. Kohlensäure.
11. Kohlensaures Kali.
12. Kohlensaures Natron.
13. Kohlensaures Ammoniak.
14. Kohlensaurer Kalk.
15. Chlorkalium.
16 Chlornatrium.
17. Chlorammonium.
18. Fluorcalcium.
19. Kieselerde.
20. Manganoxyd.
21. Eisenoxyd.
22. Kupferoxyd.
23. Wasser.

Selten treten nur auf:

24. Jodkalium.
25. Bromkalium.

Mit allen den genannten Basen kommen die organischen Säuren auch verbunden vor, welche sich im thierischen Organismus gebildet finden, so dass ich es für unnöthig halte, diese Salze anzuführen.

Die näheren organischen Bestandtheile nun, welche die organisirten Theile des Körpers darstellen, sind folgende;

1. Das Proteïn mit seinen verschiedenen Verbindungen, welche ich hier als besondere Stoffe mit anführen will.
2. Albumin.
3. Fibrin.
4. Die verschiedenen Farbstoffe des Blutes.
5. Die dem Blute eigenthümlichen Fette.
6. Die Hirnfette.

7. Das-Hirn-Albumin.
8. Der Speichelstoff.
9. Die verschiedenen Gallenstoffe.
10. Leimgebende Gewebe.
11. Hornsubstanz.
12. Harnstoff.
13. Harnsäure.
14. Hippursäure.
15. Benzoesäure.
16. Oxalsäure.
17. Eigenthümliche Harnsubstanzen.
18. Schwarzes Augenpigment.
19. Thränenstoff.
20. Extractivstoffe des Fleisches.
21. Fettarten.
22. Saamenstoff.
23. Allantoïn.
24. Käsestoff.
25. Milchzucker.
26. Verschiedene Krankheitsprodukte.
27. Einige, besonderen Thierklassen zukommende, Stoffe.

Es ist dies keinesweges die ganze Anzahl der Stoffe, aber es sind die hauptsächlichsten, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen werden und die ich bei den einzelnen Organen ausführlich beschreiben werde. Auch die, welche ich nicht aufgeführt habe, will ich dann nennen, wenn ich zu den Theilen kommen werde, in denen sie auftreten.

Die Knochen.

Als Stütze für die weichen Theile des Organismus dient das feste Knochengerüst, an welchem jene aufgehängt, und von welchem sie zum Theil umschlossen sind. Bei manchen Thieren, den Crustaceen, den schaaligen Mollusken, liegen die Knochen fast gänzlich ausserhalb, und zwar nicht mehr umkleidet von einer thierischen Substanz, sondern ganz frei, was bei den höheren Thieren niemals vorkommt. Ich will zuerst ihre Eigenschaften und Zusammensetzung bei diesen anführen

und sodann von den Verschiedenheiten sprechen, welche wir bei den verschiedenen Thierklassen wahrnehmen.

Die Knochen des Menschen und der höheren Thiere, besonders der Säugethiere und Vögel, und meistens auch die der Fische und Amphibien, bestehen namentlich aus zwei Hauptbestandtheilen, einem organischen und einem anorganischen. Man kann diese beiden sehr leicht von einander trennen, wenn man den Knochen in verdünnte Salzsäure legt. Diese löst die anorganische Substanz leicht auf, und hinterlässt die organische durchaus in der Form, welche der Knochen selbst früher besass. Es ist diess dann eine weiche, knorpelige Masse, welche im frischen Zustande sehr biegsam und elastisch ist, die für sich nicht im Stande seyn würde, die Dienste des Knochens zu leisten, und nur durch die dazwischen gelagerte Knochenerde schon im frischen (lebenden) Zustande so viel Festigkeit und Steifigkeit erlangt, dass sie als Stütze dienen kann.

Die Knochenerde hat eine sehr verschiedenartige Zusammensetzung, je nach den Thierklassen, in welchen sie auftritt; der Knorpel hingegen ist fast überall von derselben Beschaffenheit; eben so wechselt ausserordentlich das relative Verhältniss, in welchem Erde und Knorpel mit einander verbunden sind, nicht nur nach den verschiedenen Thieren, sondern selbst bei einem Thiere je nach dem Alter desselben, der Gegend, von welcher der Knochen genommen ist u. s. w.

Hauptsächlich sind es phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde, welche die Knochenerde ausmachen, verbunden mit etwas phosphorsaurer Magnesia und ein wenig Fluorcalcium. Diese Stoffe sind alle in veränderlichen Verhältnissen darin enthalten.

Von dem schwedischen Chemiker I. G. Gahn wurde es entdeckt, dass es namentlich die phosphorsaure Kalkerde sey, welche in der Knochenerde auftrete, eine Entdeckung, die er selbst nicht bekannt machte, sondern an Scheele und Bergmann mittheilte. Scheele erwähnte diess später in seiner Abhandlung über die Flusssäure (1771), ohne Gahn's Namen zu nennen, so dass man ihm gewöhnlich diese Entdeckung zugeschrieben hat, die er sich gewiss nicht unrecht-

mässiger Weise aneignen wollte. Fourcroy und Vauquelin wiesen nach, dass Magnesia in den Knochen enthalten sey, und Morichini lenkte zuerst die Aufmerksamkeit der Chemiker auf den Gehalt der Knochen an Fluorcalcium, welches er Anfangs nur in dem fossilen Elfenbein und nachher im Schmelz der Zähne fand. Berzelius wies es in den Knochen nach. Fourcroy nahm noch in den Knochen die Gegenwart von phosphorsaurem Eisenoxyd an, weil der Niederschlag, der durch die Fällung der in Salzsäure aufgelösten Knochenerde mittelst Ammoniak entsteht, beim Glühen zuerst verkohlt und sodann eine blaue Farbe annimmt, welche sich aber gänzlich fortbrennen lässt. Diese blaue Farbe scheint aber, wie Berzelius meint, eine Art von künstlichem Ultramarin zu seyn, welcher gebildet wird durch die Gegenwart des Alkalis und des Schwefels, die sich in kleiner Menge in der noch zurückgehaltenen thierischen Substanz befinden; vielleicht rührt sie auch von einer kleinen Quantität noch unverbrannter Kohle her. Es ist indessen richtig, dass Eisen in den Knochen enthalten sey; ich habe dieses Metall in jedem von mir untersuchten Knochen gefunden, obwohl in so geringer Quantität, dass sich diese nicht bestimmen liess, und sogar sehr leicht übersehen werden konnte.

Dass die kohlensaure Kalkerde in der That in den frischen Knochen schon vorhanden sey, und nicht erst beim Glühen derselben gebildet werde, ersieht man sehr deutlich daraus, dass, wenn man ein getrocknetes und durch Aether vom Fett sorgfältig gereinigtes Knochenstück in zwei Hälften theilt, die eine in Chlorwasserstoffsäure auflöst und die dabei sich entwickelnde Kohlensäure der Menge nach bestimmt, die andere Hälfte vollständig einäschert, und so durch die starke Hitze die kohlensaure Kalkerde ihrer Kohlensäure beraubt, und nun das Verhältniss der Kohlensäure mit der freien Kalkerde vergleicht, man dies so findet, wie in der kohlensauren Kalkerde. Es hat sich also nicht etwa milchsaure Kalkerde zerlegt und beim Glühen in kohlensaure Kalkerde umgewandelt.

Nicht so ist es mit der schwefelsauren Kalkerde. Diese findet man in den weissgebrannten Knochen, nicht aber in den

frischen. Fügt man zu der sauren Auflösung des frischen Knochens in Chlorwasserstoffsäure Chlorbaryum hinzu, so fällt keine schwefelsaure Baryterde zu Boden; diess ist aber der Fall, wenn man den gebrannten Knochen in der Chlorwasserstoffsäure auflöst. Es bilden sich nämlich beim Glühen des Knochens aus dem Schwefel der thierischen Substanz und aus dem in dieser enthaltenen Alkali und der kohlensauren Kalkerde, Schwefelmetalle, welche an der Luft in der Glühhitze zu schwefelsauren Salzen verbrennen. Geschieht daher das Glühen im verschlossenen Raume, wie bei der Darstellung des Beinschwarzes (Knochenkohle), so bleibt der Schwefel als Schwefelmetall darin, und entwickelt beim Uebergiessen mit Säure sehr beträchtliche Quantitäten von Schwefelwasserstoffgas, welches selbst schon beim Uebergiessen mit Wasser hervorkommt.

Der Hauptbestandtheil der Knochenerde, die phosphorsaure Kalkerde, wird durch eine sehr eigenthümliche Verbindung dargestellt, welche sich auch in der anorganischen Natur findet, und dann das unter dem Namen des Phosphorit's bekannte Mineral bildet. Die chemische Zusammensetzung des Salzes kann durch folgende Formel ausgedrückt werden: $\dot{\mathrm{Ca}}_8\, \overset{\therefore}{\mathrm{P}}_3$, welche im ersten Augenblicke sehr auffallend erscheint, aber wahrscheinlich am richtigsten nach Art gewisser kieselsaurer Mineralien sich betrachten lässt, als $\dot{\mathrm{Ca}}_2\, \overset{\therefore}{\mathrm{P}} + 2\, \dot{\mathrm{Ca}}_3\, \overset{\therefore}{\mathrm{P}}$. Der Gehalt an Phosphorsäure macht den Knochen zur Darstellung des Phosphors und der Phosphorsäure anwendbar. So lange man nicht wusste, dass dieser Stoff auch an dieser Stelle, und zwar in so grosser Quantität vorkomme, bediente man sich des Harns zur Darstellung des Phosphors. Die darin enthaltene Menge desselben ist jedoch so unbedeutend, dass er nur zu sehr hohen Preisen geliefert werden konnte; jetzt erhält man ihn zu einem äusserst billigen Preise aus den Knochen.

Ausser der kohlensauren und phosphorsauren Kalkerde, ist, wie bemerkt, eine kleine Menge von Fluorcalcium in den Knochen, welches man sehr leicht entdeckt, wenn man die gepul-

verten Knochen mit verdünnnter Schwefelsäure destillirt. Nimmt man die Operation in einem Platingefässe vor, so findet man in dem Destillat Fluorwasserstoffsäure; wendet man Glasgefässe dazu an, so erhält man Kieselfluorwasserstoffsäure. Die Menge derselben ist schwierig zu bestimmen, und in keinem Falle sehr bedeutend. Berzelius glaubte früher zwei Procent Fluorcalcium gefunden zu haben, meint aber selbst, dass diese Menge gewiss zu hoch angegeben sey.

In neuerer Zeit ist von einigen Chemikern, namentlich von O. Rees, die Gegenwart des Fluors in den Knochen geleugnet worden. Versuche, welche Erdmann und welche ich angestellt haben, erwiesen Rees Behauptung als durchaus unhaltbar. Wenn dagegen andrerseits von einem englischen Arzte angegeben wird, dass Fluorcalcium in den Knochen enthalten sey, weil er fand, dass ein in einem Glase mit Wasser stehender Pferdeknochen eine Aetzung des Glases verursachte, so weit das Wasser darin stand, so sieht ein jeder Chemiker, der namentlich Gelegenheit gebabt hat, englisches Glas zu benutzen, worauf diese Erscheinung beruht. Bekanntlich ist das Reagens auf Fluor, die Anätzung des Glases durch die mit Schwefelsäure bei gelinder Wärme entwickelten Dämpfe, ein sehr empfindliches und genaues Mittel, welches aber leicht täuschen kann, wenn man sich nicht vorher überzeugt hat, ob nicht die Dämpfe der Schwefelsäure selbst, die immer in geringer Menge mit fortgerissen werden, gleichfalls die Corrosion hervorrufen können.

Um die Magnesia aus den Knochen abzuscheiden, löst man die geglühten Knochen in Salpetersäure auf, sättigt die Flüssigkeit mit Ammoniak, mit der Vorsicht, dass keine Fällung dadurch entsteht, und schlägt die Phosphorsäure durch essigsaures Bleioxyd nieder. Durch die abfiltrirte Flüssigkeit lässt man so lange Schwefelwasserstoff streichen, bis alles Blei daraus entfernt ist, sättigt sie sodann nach abermaliger Filtration mit Ammoniak und schlägt endlich die Kalkerde mit oxalsaurem Ammoniak nieder. Die Flüssigkeit wird abfiltrirt, eingedampft, geglüht und durch Wasser ausgezogen, wobei die Magnesia zurückbleibt. Mit dieser zusammen pflegen äus-

serst geringe Spuren von Eisenoxyd und Manganoxyd zurück zu bleiben, welche ich als dem Knochen wesentlich zukommende Bestandtheile betrachte. Berzelius glaubt das Eisen dem Farbstoff des Blutes, welches in den Gefässen des Knochens enthalten ist, zuschreiben zu müssen. Die Magnesia wird gewöhnlich als phosphorsaures Salz angegeben; es ist wahrscheinlich, dass sie als kohlensaures darin enthalten ist. Kleine Quantitäten von phosphorsaurem Natron und von Chlornatrium sind gleichfalls unter den Bestandtheilen der Knochen anzuführen.

Um die Quantität der Knochenerde in den Knochen zu erfahren, kann man nicht die Chlorwasserstoffsäure anwenden, da diese ausser den anorganischen Bestandtheilen immer etwas organische Substanz mit auflöst, selbst bei der gewöhnlichen Temperatur; bei 80° — 100° löst sie den Knorpel so vollständig auf, dass gar nichts zurückbleibt. Als Berzelius 500 Theile eines menschlichen Schenkelknochens mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelte, so lange diese noch etwas aufnahm, sodann mit kaltem Wasser sorgfältig auswusch, den Knorpel trocknete und wog, so erhielt er 146 Theile des Knorpels. Als er darauf dieselbe Menge im Platintiegel einäscherte, so verlor er 187 Theile der thierischen Substanz, welche verbrannt war.

Es ist nicht entschieden, welcher thierische Stoff durch die Salzsäure mit den anorganischen Bestandtheilen ausgezogen wird, ob es Knorpel sey oder nicht; es ist wahrscheinlich, dass dieser thierische Stoff mit der phosphorsauren Kalkerde eine Art von chemischer Verbindung darstellt, welche unverändert in die Chlorwasserstoffsäure übergeht, und aus dieser selbst durch Ammoniak unverändert niedergeschlagen wird, und vielleicht gar nicht dem Knorpel wesentlich angehört. Man muss desshalb, um den Knorpel selbst seiner Menge nach bestimmen zu können, sich der sehr verdünnten kalten Salzsäure (6°—10°) bedienen, hingegen den Knochen einäschern, wenn man die Quantität der ganzen thierischen Substanz bestimmen will. Vorher muss der Knochen natürlich bei 100° im trocknen Luftstrom, am besten in gepulvertem Zustande,

getrocknet und durch wiederholte Behandlung mit Aether vom Fett vollständig befreit seyn. Auch die Knochenhaut muss man entfernen.

Die verschiedenen Angaben des Knorpel- und Knochenerdegehalts welche von verschiedenen Chemikern herrühren, haben ohne Zweifel ihren Grund in der mehr oder weniger vollständigen Trocknung, Befreiung vom Fett u. s. w., welche man namentlich früher wohl nicht hinreichend beachtet hat. So fand Schreger:

	Bei Kindern,	Erwachsenen,	Greisen.
Thierische Substanz	47,20.	20,18.	12,2.
Erdige Substanz	48,48.	74,84.	84,1.
	95,68.	95,02.	96,3.

H. Davy fand im Oberschenkelbein eines Kindes, e. Erwachsenen

	Kindes	Erwachsenen
Thierische Substanz	53.	37,5.
Erdige Substanz	47.	62,0.
	100.	99,5.

Vollständige Analysen von Knochen besitzen wir besonders von Berzelius, welcher sich sowohl mit der Untersuchung der menschlichen, als auch der thierischen Knochen beschäftigte. Berzelius fand die Zusammensetzung in folgender Art:

	Menschenknochen.	Ochsenknochen.
Knorpel, im Wasser völlig löslich	32,17	33,30.
Gefässe	1,13	
Basisch phosphorsaure Kalkerde mit ein wenig Fluorcalcium	53,04.	57,35.
Kohlensaure Kalkerde	11,30	3,85.
Phosphorsaure Magnesia	1,16	2,05.
Natron, mit sehr wenig Kochsalz	1,20	3,45
	100,00.	100,00.

Diese erste Analyse der Menschenknochen wird von einigen Personen, namentlich von Rudolphi, Klaproth zugeschrieben, indessen vermuthlich mit Unrecht, da sie Berzelius selbst als seine eigene anführt.

Ich habe gleichfalls die Analyse der Menschenknochen ausgeführt, und zwar des von Oberhaut und Fett vollständig

befreiten Oberschenkelknochens eines 30jährigen Mannes, indem ich das Mittelstück des Röhrenknochens dazu wählte.

Knorpel, in Salzsäure unlöslich	27,23
Knorpel, in Salzsäure löslich	5,02
Gefässe	1,01
Basisch phosphorsaure Kalkerde	52,26
Fluorcalcium	1,00
Kohlensaure Kalkerde	10,21
Phosphorsaure Magnesia	1,05
Natron	0,92
Chlornatrium	0,25
Eisenoxyd, Manganoxyd, Verlust	1,05
	100,00.

Die Knochen des Menschen enthalten, wie man sieht, viel mehr kohlensaure Kalkerde, als die des Rindviehes, diese dagegen sind reicher an phosphorsaurer Kalkerde und Magnesia.

Der Gehalt an Knorpel und an Knochenerde ist nun aber keinesweges constant in den Knochen, wie schon die oben angeführten Analysen zeigen; sie richten sich bei ein und derselben Thierklasse nach Alter, Geschlecht, Gegend der Knochen, und vielleicht nach der Nahrung. Von vielem Einfluss ist in jedem Falle der Gesundheitszustand. Ueber diese Verschiedenheiten hat O. Rees eine grosse Reihe von Untersuchungen angestellt, welche indessen nicht unbedingtes Zutrauen zu verdienen scheinen. Er fand viel mehr organische Bestandtheile als die anderen Chemiker, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass eine nicht vollständige Austrocknung der Knochen diesen Ueberschuss veranlasst hat.

Da jedoch Rees angiebt, alle seine Analysen auf dieselbe Weise angestellt zu haben, so haben sie, wenn auch keinen absoluten, doch einen relativen Werth. Eine Wiederholung seiner Untersuchungen wäre sehr wünschenswerth. Hünefeld fand im Mittel von mehreren Versuchen die Quantität des Knorpels, nach sorgfältiger Reinigung des Knochens, fast ebenso wie Berzelius und ich, nämlich zu 32—34%.

Rees erhielt aus:

	Unorgan. Bst.	Organ. Bst.
Femur	62,49	37,51
Tibia	60,01	39,99
Fibula	60,02	39,98
Humerus	63,02	36,98
Ulna	60,50	39,50
Radius	60,51	39,49
Os temporum	63,50	36,50
Vertebrae	67,42	42,58
Costa	57,49	42,51
Clavicula	57,52	42,48
Os Ilium	58,79	41,21
Scapula	54,51	45,49
Sternum	56,00	44,00
Os metatarsi der grossen Zehe	56,53	43,47

Nur der feste Knochen wurde angewendet; das zellige Gewebe aber vorher sorgfältig entfernt. Es ergiebt sich hieraus, dass die Knochen der Hirnschaale mehr feste Bestandtheile enthalten, als irgend ein anderer (Os temporum). Auch John Davy hatte schon früher eben dieses Resultat erhalten. Die Röhrenknochen der Extremitäten sind reicher an anorganischen Bestandtheilen, als die Knochen des Rumpfes; der Humerus und Femur enthalten mehr als die Röhrenknochen am Vorderarm und Unterschenkel. Auffallend ist die Uebereinstimmung zwischen dem Gehalte des Radius und der Ulna mit Tibia und Fibula.

Aehnlich wie die festen Knochen ist auch das Gewebe der Knochen zusammengesetzt. Rees fand:

	Unorgan. Bst.	Organ. Bst.
Im Caput femoris	60,81	39,19
In einer Rippe	53,12	46,88
während die festen Knochen neben dieser Rippe enthielten	57,77	42,23

Auch über die Knochen der Kinder hat Rees vergleichende Versuche angestellt, welche zu recht interessanten Ueberblicken führen. Bei einem todtgeborenen Kinde fand Rees folgende Verhältnisse:

	Unorgan. Bst.	Organ. Bst.
Femur	57,51	42,49
Tibia	56,52	43,48
Fibula	56,00	44,00
Humerus	58,08	41,92
Radius	56,50	43,50
Ulna	57,59	42,41
Clavicula	56,75	43,25
Ilium	58,00	41,50
Scapula	56,60	43,40
Costa	53,75	46,25
Os temporum	55,90	44,10

Hier zeigt sich nun zuerst, dass der Kopfknochen nicht mehr der an Erde reichste ist. Der Schädel des Kindes, noch weich, wird erst nach und nach durch immer steigende Aufnahme der Knochenerde fester, so dass er Anfangs, ausgenommen die ganz weichen Rippen, der an Erde ärmste Knochen ist. Aber auch hier ist eine Uebereinstimmung zwischen Radius, Tibia und Fibula, nur die Ulna ist von derselben ausgeschlossen. Bei den Knochen des Rumpfes fand Rees eine fast völlige Uebereinstimmung in den Bestandtheilen bei Kindern und bei Erwachsenen, wie folgende Tabelle zeigt:

	Neugeborene.	Erwachsene.
Costa	57,35	57,49
Os Ilium	58,50	58,78
Scapula	56,60	54,51
Clavicula	56,75	57,52

Dass die Scapula in der That bei den Kindern zwei Procent Knochenerde mehr enthalten sollte, als bei den Erwachsenen, ist äusserst unwahrscheinlich und bedarf durchaus der nähern Bestätigung.

Thilenius fand bei den Knochen der Neugeborenen in den Extremitäten 57,59% Rückstand, im Hals- und Rückenwirbel 47,41; bei einem Knaben im Schlüsselbein 63,26; im Stirn- und Scheitelbein 65,21; bei einem Erwachsenen im Os petrosum 68,72; in den Extremitäten 66,66; in den Rippen 63,47; im Halswirbel 56,33. Bei einem Greise in dem Stirn-

bein, Scheitelbein, Hinterhauptbein und der Kinnlade 66,79. Im Schenkelbein eines Erwachsenen fand er:

Thierische Substanz	29,28
Kohlensäure	4,06
Phosphorsäure	26,31
Kalkerde	39,55
Magnesia	0,66
Flusssäure, Schwefelsäure, Verlust	0,14
	100,00.

In neuerer Zeit sind zugleich auch von Sebastian und von Fernandes de Barros Untersuchungen über die Menge der Knochenerde angestellt worden, namentlich in Beziehung auf die verschiedenen Thierklassen. Sebastian's Angaben über die Menschenknochen weichen wesentlich von den Rees-schen ab, doch sind seine Resultate vielleicht auch einer sorgfältigen Revision bedürftig. Sebastian fand in

	Unorgan. Bst.	Organ. Bst.
Hirnschale	60,00	40,00
Humerus, Femur, Tibia	63,34	36,66
Zelligem Gewebe des Caput tibiae	66,66	33,34.

Mit der letztern Angabe, dass die zelligen Theile des Knochens anders zusammengesetzt seyen, wie die festen desselben Knochens, stimmen Berzelius' Erfahrungen nicht überein. Dieser fand in vor längerer Zeit angestellten Versuchen:

Zellige Substanz vom untern Theile eines menschlichen Knochens, mit Salzsäure ausgezogen	26,5%	thier. Bestdth.
Zellige Substanz eines menschlichen Rückenwirbels, ebenso behandelt	28,3	- -
Zellige Substanz eines menschlichen Rückenwirbels, ebenso behandelt	30,0	- -
Stücke eines zerschlagenen menschlichen Schenkelknochens, ebenso behandelt	29,2	- -
Getrocknete menschliche Hüftknochen, eingeäschert	37,0	- -

Zellige Substanz der Kniescheibe eingeäschert	37,3	thier. Bestdth.
Andere menschliche Knochen, eingeäschert	33,3	- -

Die Versuche, bei denen der Knorpel durch Ausziehen mit Salzsäure bestimmt worden ist, geben die Quantität desselben zu gering an, indem, wie bemerkt ist, die Chlorwasserstoffsäure von dem Knorpel selbst eine beträchtliche Menge auflöst.

Interessant sind Sebastian's Versuche über die relative Menge zwischen den organischen und anorganischen Bestandtheilen der verschiedenen Thierklassen, bei denen nur zu bedauern ist, dass nicht immer dieselben Knochen bei den verschiedenen Thieren angewendet worden sind, und bei einer Wiederholung der Versuche berücksichtigt zu werden verdient. Er fand:

	Unorgan. Bst.	Organ. Bst.
Röhrenknochen der Lacerta ignana	60,0	40,0
Rippen des Phython	50,0	50,0
Schaale der Landschildkröte	57,5	42,5
Opercula des Schellfisches	60,0	40,0
Furcula einer Ente	55,0	45,0
Penisknochen einer Phoca	61,6	38,4
Penisknochen vom Trichecus rosmarus	56,3	43,7
Spiralfortsatz eines Delphins	60,0	40,0

Schon oben, bei der Analyse des Menschen- und Rindknochens ist auf den viel grössern Gehalt an kohlensaurem Kalk in den Ochsenknochen aufmerksam gemacht worden. Barros hat in dieser Beziehung einige vergleichende Versuche angestellt, welche aber für die Pflanzenfresser einen grössern Gehalt an kohlensaurem Kalk ergeben. Er fand bei leider nicht sehr ausgedehnten Versuchen:

	Phosphors. Kalk.	Kohlens. Kalk.
Löwe	95,0	2,5
Schaaf	80,0	19,3
Huhn	88,9	10,4
Frosch	95,2	2,4
Fisch	91,9	5,3.

Das Verhältniss würde hier, wenn man die phosphorsaure Kalkerde auf 100 reducirte, folgendes seyn:

Auf 100 Theile phosphorsaurer Kalkerde	kohlensaure Kalkerde
Löwe	2,63
Schaaf	24,12
Huhn	11,70
Frosch	5,76
Fisch	2,52.

Um die Knochen zu untersuchen, ist es nothwendig, dieselben vorher zu trocknen; will man den Wassergehalt in ihnen bestimmen, so pulvert man sie frisch möglichst fein, jedoch nicht indem man sie raspelt, und bringt sie, vom Marke mechanisch sorgfältig befreit, in den luftleeren Raum, bei einer Temperatur von + 120° — 130° C. Bequemer ist es, sie bei dieser Temperatur, etwa in einem Oelbade einem trockenen Luftstrome auszusetzen. Der getrocknete Knochen, welcher so lange auf diese Weise behandelt werden muss, als er noch Gewichtsverlust anzeigt, wird sodann mit Aether oder ätherhaltigem Weingeist öfters ausgezogen; die Flüssigkeit kann in einem gewogenen Kolben im Wasserbade abdestillirt, und der Rückstand, das darin enthaltene Fett, gleichfalls dem Gewichte nach bestimmt werden. Der Knochen wird von Neuem getrocknet und die eine Hälfte eingeäschert, die andere Hälfte mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure bei 10° — 18° C ausgezogen. Bei dem Einäschern hat sich der kohlensaure Kalk gewöhnlich vollständig, mindestens theilweise in kaustischen Kalk verwandelt, man fügt desshalb einige Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak hinzu, welches seine Kohlensäure an den Kalk abgiebt und dann bei gelinder Hitze vollkommen entweicht. Die Differenz zwischen dem angewendeten Knochen und dem Rückstand giebt die Menge der im Knochen enthaltenen organischen Substanz an. Die Differenz zwischen der auf diese und die erst angegebene Weise gefundenen Knorpelmenge giebt die Quantität der in Salzsäure löslichen organischen Substanz.

Um den Gehalt an kohlensaurer Kalkerde zu finden, wird der frische, getrocknete und gereinigte Knochen in einer ge-

wogenen Röhre mit einer gewogenen Menge Chlorwasserstoffsäure zusammengebracht; der Gewichtsverlust giebt den Gehalt der Kohlensäure, woraus man die Menge der kohlensauren Kalkerde berechnen kann. Mann kann auch die auf die eben beschriebene Art erhaltene Knochenerde mit verdünnter Essigsäure ausziehen, welche nur den kohlensauren, nicht den phosphorsauren Kalk auflöst. Der Gewichtsverlust ergiebt unmittelbar die Menge des gesuchten Salzes. Wie die Magnesia abzuscheiden sey, ist schon angeführt worden.

Ueber die Zusammensetzung der Knochen der verschiedenen Thierklassen haben wir nur wenige Thatsachen. Barros fand, dass in den Hühnerknochen die knorpelige Substanz nicht völlig im Wasser auflöslich sey, sondern einen Rückstand hinterliess, welchen er mit dem Faserstoff des Blutes vergleicht. Bei den Amphibien und den Fischen fand er namentlich in Beziehung auf die knorpelige Substanz eine bedeutende Verschiedenheit von dem Knorpel der anderen Knochen. Er hält dafür, dass sich dieselbe mehr dem erdefreien Knorpel der Knorpelfische anschliesse.

Von den Knochen der Fische besitzen wir einige genaue Analysen. Dumenil fand in den Hechtknochen:

Thierische Substanz	37,36.
Phosphorsaure Kalkerde	55,26.
Kohlensaure Kalkerde	6,16.
Natron (Spur) Chlormetalle, phosphors. Salze und Verlust	1,22.
	100,00.

In dem Schädelknochen des Kabeljau fand Chevreul:

Thierische Substanz und Feuchtigkeit	43,94.
Phosphorsaure Kalkerde	47,96.
Kohlensaure Kalkerde	5,50.
Phosphorsaure Magnesia	2,00.
Natronsalz, besonders Chlornatrium	0,60.
	100,00.

In diesen beiden Analysen ist der Gehalt an kohlensaurer Kalkerde in Beziehung zu dem phosphorsauren Salze sehr viel grösser, als bei den von Barros angestellten Versuchen.

Unter den Fischen herrscht in Beziehung auf die Structur und die Zusammensetzung der Knochen eine bedeutende Verschiedenheit, nach welcher man sie in Knochenfische und in Knorpelfische eingetheilt hat (Pisces ossei und P. chondroidei).

Bei einer anatomischen Untersuchung über die Knorpelfische fand J. Müller die Angaben über die Knochen der Knorpelfische, welche Chevreul gemacht hat, nicht vollständig bestätigt. Dieser fand nämlich in den Knochen der Knorpelfische fast nur thierische Materie und kaum eine Spur einer festen, unverbrennlichen Substanz. Der Fisch, dessen Knochen Chevreul untersucht hatte, war Squalus peregrinus Blainville. Ich erhielt von J. Müller die Knochen einiger grossen Squalusarten, welche jedoch schon in Spiritus gelegen hatten, und fand sie folgendermaassen zusammengesetzt:

In dem Rückenwirbel von Squalus cornubicus fand ich.

Thierische verbrennliche Substanz	57,07
Phosphorsaure Kalkerde	32,46
Schwefelsaure Kalkerde	1,87
Kohlensaure Kalkerde	2,57
Phosphorsaure Magnesia	1,03
Schwefelsaures Natron	0,80
Natron mit Chlornatrium	3,00
Fluorcalcium, Kieselerde, Thonerde, Eisen und Verlust	1,20
	100,00

In dem pflasterförmig gebildeten Kopfknochen eines grossen Rochens, vermuthlich von Squalus peregrinus, fand ich:

Verbrennliche thierische Substanz	78,46
Phosphorsaure Kalkerde	14,20
Kohlensaure Kalkerde	2,61
Schwefelsaure Kalkerde	0,83
Schwefelsaures Natron	0,70
Chlornatrium	2,46
Fluorcalcium, phosphorsaure Magnesia, Verlust	0,74
	100,00

Ich muss hierbei bemerken, dass die schwefelsauren Salze sich wahrscheinlich erst bei der Einäscherung aus dem Schwefel

der thierischen Substanz gebildet haben. Diese Angaben weichen, wie man sieht, entschieden von denen Chevreul's ab. Die seinigen beziehen sich jedoch auf eine andere knorpelartige oder vielmehr schleimähnliche Substanz, welche einige Knochen dieser Fische fast gänzlich ausmacht, und die namentlich zwischen den oben angegebenen pflasterähnlichen Knochen liegt. Ich werde sogleich auf diese Substanz noch zurückkommen.

Wenn die Knochen lange Zeit atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt sind, so verändern sie sich wohl, jedoch nicht sehr wesentlich; namentlich sind sie, in Gruben aufbewahrt oder als fossile Knochen vorkommend, oft ganz ähnlich wie frische Knochen zusammengesetzt. Schädel- und Oberschenkelbeine erhalten sich am längsten, daher auch diese zum Sinnbilde des Todes erwählt worden sind. Man findet sie noch in Gräbern, auf Schlachtfeldern, wenn alle anderen Theile schon gänzlich oder doch meist verwest sind.

Fourcroy und Vauquelin untersuchten die Knochen aus einem 700 Jahre alten Grabe in einer Kirche und fanden nur noch wenig thierische Substanz darin. In den fossilen Knochen vom Montmartre fand Vauquelin 7 kohlensaure Kalkerde, 28 schwefelsaure Kalkerde, 65 phosphorsaure Kalkerde, 10 Wasser mit einer Spur von thierischer Substanz. In den fossilen Elephantenknochen aus Spanien fand Proust neben dem kohlensauren und phosphorsauren Kalke auch Fluorcalcium. Brandes erhielt aus den fossilen Knochen von Broil Wasser (mit thierischer Substanz?) 18,50; phosphorsaure Kalkerde 68,50; kohlensaure Kalkerde 10,30; schwefelsaure Kalkerde 1,13; schwefelsaures Kali 0,02; Chlornatrium 0,06; Fluorcalcium 1,50; phosphorsaure Magnesia und Mangan eine Spur; Kieselerde 0,25; (Ueberschuss 0,26). In den fossilen Knochen und den Zähnen von Anjou fand Chevreul: kohlensaure, schwefelsaure, phosphorsaure Kalkerde, Fluorcalcium, Eisenoxyd, Manganoxyd und ein wenig Leim.

Wir sehen bei diesen Knochen, dass die anorganischen Bestandtheile fast genau die sind, welche wir in den gesunden Knochen auffinden. Der Knorpel ist gewöhnlich fast gänzlich

geschwunden und wird sogar von Einigen durchaus vermisst. Wir werden jedoch unten sehen, dass es vorzüglich darauf ankommt, welche Lagerungsstätte die Knochen gehabt haben. Häufiger als in den frischen Knochen haben wir das Auftreten der schwefelsauren Kalkerde, welche sich wahrscheinlich auf eine ähnliche Weise, wie beim Einäschern, aus dem Schwefelgehalte der thierischen Substanz erzeugt hat. Ziemlich klar zeigt sich diess, wo die Zersetzung des Knochens noch nicht bis zur Zerstörung der Knorpelsubstanz vorgeschritten ist, dort wurde auch keine Schwefelsäure gefunden. So erhielten Stokes und Apjohn bei der Untersuchung einer Rippe des Cervus megaceros aus Irland: thierische Substanz 42,87; kohlensauren Kalk 9,14; phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium 43,45; Kieselsäure 1,14; Eisenoxyd 1,02; Wasser und Verlust 2,38. Wird der Knochen in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, so lässt er eine biegsame Knorpelsubstanz zurück, welche mit dem frischen Knorpel die grösste Aehnlichkeit besitzt. In grosser Quantität findet man in den fossilen Knochen das Fluor, und wenn auch die Menge vielleicht zu hoch angegeben zu werden pflegt, so übersteigt sie doch in jedem Falle die, in welcher es in den frischen Knochen vorkommt. Worauf dieser Umstand gegründet ist, wissen wir nicht; man könnte ihn vielleicht auf die Umgebung schieben, welche fluorhaltig, von dieser Substanz nach und nach etwas in den Knochen hineingebracht hat, wie es z. B. ohne Zweifel mit der Kieselsäure, dem Eisenoxyd, wenigstens z. Th., der Fall ist. Aber auch bei einer Umgebung, welche nicht besonders fluorhaltig ist, finden wir dieselbe Erscheinung. Ich habe schon angeführt (p. 13.), dass J. Liebig in den pompejanischen Schädeln viel mehr Fluor gefunden hat, als in den frischen, ohne dass wir annehmen dürften, die Schädel der Römer selbst seyen fluorhaltiger gewesen, als die unsrigen.

Der Einfluss der Lagerungsstätte auf die Zusammensetzung der fossilen Knochen geht recht deutlich hervor aus zwei vergleichenden Analysen, welche ich mit den Bärenknochen aus der Gailenreuther-Höhle angestellt habe, von denen der eine nahe der Oberfläche unter dem Boden, der andere

aus beträchtlicher Tiefe gesammelt war. Die Analyse des erstern ist mit I, die des andern mit II bezeichnet.

	I.	II.
Thierische Substanz	4,20	16,24
Phosphorsaure Kalkerde	62,11	56,01
Kohlensaure Kalkerde	13,24	13,12
Schwefelsaure Kalkerde	12,25	7,14
Fluorcalcium	2,12	1,96
Phosphorsaure Magnesia	0,50	0,30
Kieselsäure	2,12	2,15
Eisenoxyd } Manganoxyd }	2,12	2,00
Natron, Verlust	1,34	1,08
	100,00.	100,00.

Ausserdem habe ich den Oberschenkelknochen eines fossilen Hirsches untersucht, dessen Fundort mir unbekannt ist, welcher jedoch nach der geringen Menge der thierischen Substanz, die er enthielt, wahrscheinlich den atmosphärischen Einflüssen nicht völlig entzogen gewesen ist. Bei der Analyse ergab sich:

Thierische Substanz	7,25
Phosphorsaure Kalkerde	54,15
Kohlensaure Kalkerde	19,26
Schwefelsaure Kalkerde	12,24
Phosphorsaure Magnesia	2,12
Fluorcalcium	2,08
Eisenoxyd, Manganoxyd, Verlust	2,90
	100,00.

Auch hier sehen wir mit der Abnahme der thierischen Substanz die Menge der kohlensauren Kalkerde zunehmen; zu gleicher Zeit ist in allen drei Analysen die Menge des Fluorcalciums sehr bedeutend, und endlich finden wir in den Hirschknochen die Menge des kohlensauren Kalks weit grösser als in den Bärenknochen. Vielleicht kann man aus dem mehr oder minder bedeutenden Gehalt an kohlensaurer Kalkerde auf die Nahrung der Thiere selbst schliessen, indem die Pflanzenfresser gewöhnlich reicher daran zu seyn pflegen (p.95.);

so dass es selbst ein Leitfaden bei der Bestimmung des Thieres, dessen Knochen man aufgefunden hat, seyn dürfte. Dagegen spricht Berzelius's Analyse der Ochsenknochen, welche nur 3% kohlensaure Kalkerde enthielten, während er in den Menschenknochen 11% davon nachwies.

Die knorpelige Substanz wird gewöhnlich nicht von der Atmosphäre gänzlich zerstört, sondern sie geht in den Boden, von dem der Knochen umgeben ist, mehr oder weniger unverändert über.

In Schweden befindet sich eine Ackererde, welche seit undenklichen Zeiten vortreffliches Getreide trägt, ohne jemals gedüngt zu seyn. Berzelius untersuchte (1817) diese auf Veranlassung der schwedischen Ackerbau-Akademie, und fand, dass dieselbe kleine Knochenstückchen enthielt. Als sie mit Wasser mehrmals ausgekocht wurde, gab sie eine Auflösung, welche durch Gerbsäure gefällt wurde, ganz ebenso, wie eine beim Kochen des Knochenknorpels erhaltene Flüssigkeit. Man hat daraus die Vermuthung gezogen, es sey diese Gegend ein Schlachtfeld gewesen. Bei der Untersuchung der Erde vom Leipziger Schlachtfelde, von verschiedener Gegend und Tiefe, fand ich diese Eigenschaften nicht, was wahrscheinlich nur darauf beruht, dass hier die Leichen sorgfältiger und an einzelnen Stellen begraben sind, während man sie damals über der Erde mag liegen gelassen haben.

Wenn die fossilen Knochen an Stellen liegen, wo sie mit verschiedenen Salzen in Berührung kommen, so können sie durch diese verschieden gefärbt werden. Bei Gegenwart von Schwefelkupfer durchziehen sie sich mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, werden dadurch grün gefärbt und nun zu Schmuckgegenständen als eine Türkisart verarbeitet. Namentlich wendet man dazu fossile Haifischzähne an; sie verändern oft an der Luft ihre Farbe.

Wenn die Knochen lange Zeit gegen den Zutritt der Luft geschützt werden, so bekommen sie eine gelbe Farbe und einen ranzigen Geruch, was von dem Markfett herrührt, das sich nach und nach durch den ganzen Knochen von Innen verbreitet. Von dieser Beschaffenheit findet man z. B. gewöhn-

lich die Skelete, welche man lange Zeit aufbewahrt hat. Durch Chlor können sie nicht von dieser gelben Farbe befreit werden, denn diese Gasart färbt sie noch intensiver gelb; wohl aber kann man dazu den Einfluss der atmosphärischen Luft oder der schwefligen Säure benutzen; die letztere bleicht sie ausserordentlich schnell. Um das Markfett vorher daraus abzuscheiden, kann man sie mit verdünnten Alkalien oberflächlich waschen.

Bei der Calcination der Knochen werden nicht nur alle thierischen Stoffe zerstört, sondern auch die mineralischen etwas verändert. Berzelius fand z. B. in den gebrannten Knochen folgende Bestandtheile:

	Menschenknochen.	Ochsenknochen.
Phosphorsaure Kalkerde mit Fluorcalcium.	86,4	90,70
Kalkerde	9,3	1,45
Magnesia	0,3	1,10
Natron	2,0	3,75
Kohlensäure	2,0	3,00
	100,0.	100,00.

Die Zusammensetzung der Knochen in den verschiedenen Krankheiten sind uns nur wenig bekannt, obwohl wir wissen, dass sie in einzelnen Fällen sehr wesentlichen Veränderungen unterworfen sind. Krankheiten, welche den wesentlichsten Einfluss auf die Zusammensetzung der Knochen haben, sind die scrophulösen, unter denen sich namentlich in dieser Beziehung die Rhachitis und die Osteomalacie auszeichnet. Bei diesen beiden Leiden schwindet die Knochenerde aus dem Knochen, und dieser wird, wie ein mit Chlorwasserstoffsäure ausgezogener, weich, biegsam, unvermögend dem Körper als Stütze zu dienen. Die Knochen, welche ihn tragen sollen, biegen sich unter der Last, verkrümmen sich nach und nach, brechen wohl gar ab. Aber auch schon durch den Zug, welchen die Muskeln ausüben, können diese Knochen verkrümmt werden, so dass selbst im Bette diese Unglücklichen krumme Glieder, ein gebogenes Kreuz u. s. w. erhalten. Man kann diese Knochen gewöhnlich mit Leichtigkeit biegen, und namentlich

bei Kindern ist man im Stande, die Beine ihnen auf den Rücken zu legen u. s. f.

Bostock und Proesch haben diese Knochen einer nähern Untersuchung unterworfen; man sieht aus den angeführten Zahlen sogleich die ausserordentliche Abweichung von der Zusammensetzung der gesunden Knochen, welche p. 89 u. 90 angeführt worden ist:

	Bostock.	Proesch.	
	Rückenwirbel.	Rückenw.	Rippenkn.
Knorpel	79,75	74,64	49,77
Phosphorsaure Kalkerde	13,60	13,25	33,60
Phosphorsaure Magnesia	0,82	—	—
Kohlensaure Kalkerde	1,13	5,95	4,60
Schwefelsaure Kalkerde und schwefelsaures Natron	4,70	0,90	0,40
Fett	—	5,26	11,63
	100,00.	100,00.	100,00.

H. Davy hat das Verhältniss der thierischen Substanz zu der erdigen in den rhachitischen Knochen untersucht, er fand:

	Substanz	
	thierische	erdige
Im Stachelfortsatz eines rhachitischen Kindes	40,7	59,3
In der Rippe eines rhachitischen Kindes	40,8	59,2
Im Schienbein desselben Kindes	74,0	26,0
In einem erweichten Becken	75,8	24,2

In Bostock's Analyse ist Fett und Knorpel zusammen angegeben worden. Der Gehalt an schwefelsaurem Kali und Natron scheint bei ihm auch etwas zu hoch ausgefallen zu seyn. Aus Proesch's Analyse ersieht man, wie verschieden die Krankheit auf die verschiedenen Knochen einwirkt, und wie sie gerade am furchtbarsten gegen diejenigen gerichtet zu seyn scheint, welche am unentbehrlichsten und gerade als feste Stütze am wesentlichsten sind.

Ich habe Gelegenheit gehabt, die Knochen eines osteomalacischen Kindes zu untersuchen, und zwar gleich nach dem Tode. Ich beuutzte gleichfalls Rückenwirbel, aber auch Röhrenknochen und Rippenknochen, nämlich des Sternum. Ich fand:

	Rückenwirbel.	Radius.	Femur.	Sternum.
Knorpel	75,22	71,26	72,20	61,20
Fett	6,12	7,50	7,20	9,34
Phosphorsaure Kalkerde	12,56	15,11	14,78	21,35
Phosphorsaure Magnesia	0,92	0,78	0,80	0,72
Kohlensaure Kalkerde	3,20	3,15	3,00	3,70
Schwefelsaure Kalkerde } Schwefelsaures Natron }	0,98	1,00	1,02	1,68
Fluorcalcium, Chlornatrium Eisen, Verlust	1,00	1,20	1,60	2,01
	100,00	100,00	100,00	100,00

Dabei hat der Knorpel selbst eine ganz wesentliche Veränderung erlitten. Man kann ihn nicht mehr durch Kochen in Leim verwandeln, wie den der gesunden Knochen. Er giebt auch nicht die leimähnliche Substanz, welche der gesunde, nicht ossificirende Knorpel beim Kochen liefert, und welche Chondrin genannt wird (Joh. Müller). Die auffallende Abnahme der Knochenerde, welche hier in so ausserordentlich geringer Menge nur noch vorhanden ist, erklärt sich aus dem Uebergange der phosphorsauren Kalkerde in den Harn. Bei dem Kinde, dessen Knochen ich untersucht habe, hatte ich Gelegenheit, wenige Tage vor seinem Tode den Harn gleichfalls einer Analyse unterwerfen zu können. Die ausführlichen Angaben siehe unter „Harn." Hier will ich nur anführen, dass ich fünf- bis sechsmal mehr phosphorsaure Kalkerde darin fand, als er sonst zu enthalten pflegt.

Es wirft sich natürlich uns hier die Frage auf, wie ist es möglich, dass diese unlöslichen Salze, welche während des normalen Lebens nur in so geringer Quantität aus dem Körper ausgeführt werden, plötzlich in so grosser Menge ausgesondert werden? Die phosphorsaure Kalkerde hat, wie Berzelius vor sehr langer Zeit schon bemerkte, die Eigenschaft, von der Milchsäure mit grosser Leichtigkeit aufgelöst zu werden. Wenn man z. B. braun gefärbte Milchsäure durch Kochen mit Knochenkohle zu reinigen sucht, so ist man genöthigt, diese durch Salzsäure vorher von der phosphorsauren Kalkerde zu befreien. Versäumt man diess, so findet man die

ganze Menge dieses Salzes von der Milchsäure aufgenommen. Diese Säure erscheint nun im normalen Zustande des Organismus zwar in allen Flüssigkeiten desselben, aber in sehr geringer Quantität; sie ist die Ursache, dass fortwährend Knochenerde in den Harn übergeht, und in diesem finden wir auch die Milchsäure selbst wieder. Vermehrt sich durch irgend einen Umstand die Quantität dieser Säure im Körper, so muss sie auch eine grössere Menge der Knochenerde auflösen und aus dem Körper herausschaffen, während nicht so viel wieder von Aussen zugeführt werden kann, um diesen Verlust zu ersetzen.

Bei der Lehre von der Verdauung werde ich auf die schon früher (p. 57) angedeutete Umwandlung einiger Pflanzenstoffe, namentlich des Milchzuckers, des Traubenzuckers, der Stärke, des Gummis in Milchsäure durch die Schleimhaut des Magens ausführlich zurückkommen. Diese Umwandlung, welche im gesunden Zustande des Magens und der Verdauung nur langsam vor sich geht, kann zu einer ausserordentlichen Stärke gesteigert werden. Die Stoffe werden schnell und vollständig in Milchsäure umgeändert, diese wirkt nun sehr auflösend auf die Knochenerde, zieht die Knochen fortwährend aus und geht mit der Auflösung selbst in den Harn über. Die Richtigkeit dieser Ansicht ergiebt sich aus der sauren Beschaffenheit des untersuchten Harns jenes osteomalacischen Kindes. Die darin vorgefundene Menge der Milchsäure überstieg die gewöhnlich in demselben enthaltene um das vierfache.

Die Krankheit scheint also ursprünglich nicht eine Knochenkrankheit zu seyn, sondern die Folge einer fehlerhaften Verdauung und Ernährung; es kann daher auch nichts fruchten, wenn man das Heilverfahren gegen den Knochen selbst richtet, sondern es muss sich auf die Verdauungsorgane und auf die Modification der Nahrungsmittel beziehen. Diese dürfen natürlich nur solche seyn, welche nicht Stoffe enthalten, die der Umwandlung in Milchsäure fähig sind; es dürfen daher keine vegetabilischen Stoffe, keine Zucker-, Stärke-, Gummi-haltende Substanzen seyn, nicht Milch, sondern andere thierische Nahrungsmittel, welche zugleich reich an phosphorsaurer Kalkerde

sind, und auf diese Weise den Mangel wenigstens einigermaassen wieder ersetzen können. Ganz absurd erscheint es daher, Mittel wie die Färberröthe anwenden zu wollen, welche, weil sie die Knochen roth färbt, sie nun auch gesund machen soll.

In der Rhachitis treten diese Erscheinungen gleichfalls, wenn auch nicht in so hohem Grade, auf.

Eine zweite Krankheit des Knochensystems, welche gleichfalls eine chemische Veränderung desselben hervorruft, ist die Arthritis. Die Knochen werden theils selbst dabei verändert, theils lagern sich auf ihnen feste chemische Verbindungen ab, welche als fremde Körper jetzt wirken und Entzündung der umliegenden Theile hervorrufen. Es sind namentlich die Gelenkköpfe, welche durch diese festen Substanzen umgeben zu werden pflegen. Wollaston fand sie häufig bestehend aus reinem harnsaurem Natron, mit wenig thierischer Materie verbunden. Schon Forbes hatte 1793 die Anwesenheit der Harnsäure darin geahnt; doch wurde dieselbe von Fourcroy und Guyton de Morveau für phosphorsaure Kalkerde erklärt. 1797 bewies Wollaston die Richtigkeit der Forbes'-schen Ansicht. John hingegen fand in einer solchen Concretion 73$\frac{0}{0}$ thierischer Materie mit schmierigem Fett und ein wenig Natron; 10$\frac{0}{0}$ kohlensaure Kalkerde; 17$\frac{0}{0}$ phosphorsaure Kalkerde. Andere gichtische Tophen bestanden nach demselben Chemiker aus 56,2$\frac{0}{0}$ thierischer Substanz mit Fett; 3,2$\frac{0}{0}$ kohlensauren, phosphorsauren Kali's und Chlorkalium; 12,5$\frac{0}{0}$ kohlensaurer Kalkerde mit ein wenig kohlensaurer Magnesia; 28,1$\frac{0}{0}$ phosphorsaurer Kalkerde.

Laugier hat eine Concretion dieser Art aus dem Kniegelenk analysirt und sie bestehend gefunden aus: 16,7 thierische Substanz, welche häutig und in Wasser nicht löslich war; 16,7 Harnsäure; 16,7 Natron; 8,4 Kalkerde; 16,7 Chlornatrium; 8,4 Wasser. Dabei sind 16,71 Verlust, vielleicht auf Kohlensäure und Ammoniak zu schieben. Diese Analyse verdient gewiss sehr wenig Vertrauen, indessen habe ich sie angeführt, um durch sie auf den grossen Chlorgehalt aufmerksam zu machen, welcher füglich nicht ganz unrichtig angegeben seyn kann, und der gewiss in Verbindung mit Natrium hier auftritt.

Auf Cruveilhier's Veranlassung hat Barruel d. Ae. ein gichtisches Concrement näher untersucht, in welchem er gleichfalls hauptsächlich harnsaures Natron fand. Wurzer fand ein mit Laugier ziemlich übereinstimmendes Resultat, nämlich Harnsäure 20,0; Natron 20,0; Kalk 10,0; Chlornatrium 18,0; Chlorkalium 2,2; thierische Substanz 19,5 und Wasser 10,3.

Die arthritischen Beckenknochen sind von Bergemann einer Untersuchung unterworfen worden. Sie waren zellig, leicht, abbröckelnd, viel mehr organische Substanz, als andere, enthaltend, eine grosse Menge (17$\frac{0}{0}$) einer bituminösen, beim Erwärmen stark riechenden Masse, welche Eigenschaft vielleicht dem Firnisse zuzuschreiben ist, wenig Knochenerde und Fluorcalcium.

Dieser Mangel an Angaben veranlasste mich, einige Untersuchungen hierüber anzustellen, indem ich dazu theils Knochen wählte, welche selbst mit den Concretionen bedeckt waren, theils solche, welche sich frei von ihnen zeigten. Der Oberschenkelknochen, welcher im Kniegelenke starke Tophen zeigte, und die gesund scheinenden Vorderarmknochen wurden analysirt, ausserdem auch die Concretion selbst. Diese bestand aus:

Harnsaurem Natron	34,20
Harnsaurer Kalkerde	2,12
Kohlensaurem Ammoniak	7,86
Chlornatrium	14,12
Wasser	6,80
Thierischer Substanz	32,53
Verlust	2,37
	100,00

Vogel hat in diesen Concretionen zuerst die harnsaure Kalkerde bemerkt, welche wahrscheinlich niemals fehlen möchte. Die Knochen selbst fand ich folgendermaassen zusammengesetzt:

	Oberschenkelknochen.	Vorderarmknochen.
Thierische Substanz	46,32	45,96
Phosphorsaure Kalkerde	42,12	43,18
Kohlensaure Kalkerde	8,24	8,50
	96,68	97,64

	Oberschenkelknochen.	Vorderarmknochen.
Latus	96,68	97,64
Phosphorsaure Magnesia	1,01	0,99
Fluorcalcium, Natron mit Chlornatrium u. Verlust	2,31	1,37
	100,00.	100,00.

In beiden Fällen ist ein Ueberschuss des Knorpels vorhanden, da dieser sonst nur einige 30% zu betragen pflegt. Zugleich sehen wir hieraus das ganz interessante Resultat, dass das örtliche Leiden keinen Einfluss auf die lokale Zusammensetzung des einzelnen Knochens hat, sondern dass das ganze Knochensystem gleichmässig ergriffen ist. Daher ist der Knochenbruch eines Arthriticus, auch wenn nicht gerade der örtlich, mechanisch angegriffene Knochen verletzt ist, immer schwieriger zu heilen, als andere Knochenbrüche; zuweilen widersteht er gänzlich der Heilung.

Dabei sieht man nun auch aus der Vergleichung mit der Analyse der an dem Knochen haftenden Concretion, dass diese nicht etwa entsteht, indem sie Substanz aus dem Knochen aufnimmt, denn gerade die in dem Knochen fehlenden Bestandtheile entdecken wir in ihr nicht wieder. Auch war es mir nicht möglich, umgekehrt die Stoffe aus der Concretion in den Knochen aufzufinden. Vergeblich habe ich nach Harnsäure gesucht, und nur in der nächsten Umgebung des Concrements konnte ich in dem Knochen etwas davon bemerken.

Zuweilen sind die Knochen ausserordentlichen Wucherungen unterworfen, wodurch bedeutende Exostosen entstehen, welche, an und für sich gefahrlos, dadurch schädlich werden, dass sie die weichen Theile drücken, aus ihrer Lage drängen, reizen und schmerzhafte und gefährliche Uebel hervorrufen. Lassaigne hat die Zusammensetzung einer Exostose untersucht, zugleich mit einem von selbst verdickten Knochen. Er fand folgende Zusammensetzung: mit I bezeichne ich die von selbst entstandene Verdickung, mit II den daran befindlichen gesunden Knochen, mit III. die Exostose:

	I.	II.	III.
Thierische Substanz	43,0	41,6	46,0
Lösliche Salze	14,2	8,6	10,0
Kohlensaure Kalkerde	6,5	8,2	14,0
Phosphorsaure Kalkerde	36,3	41,6	30,0
	100,0.	100,0.	100,0.

Die Verdickung sowohl, wie die Exostose enthalten also mehr thierische Substanz, als der gesunde Knochen, mehr lösliche Salze, und die Exostose mehr kohlensaure Kalkerde. Man sieht übrigens aus dieser vergleichenden Analyse: die Exostose ist keine allgemeine Krankheit des Knochensystems, sondern nur ein lokal sich ausdrückendes Leiden.

Die hauptsächlichste organische Substanz, welche in dem Knochen auftritt, ist der sogenannte Knorpel. Er bleibt zurück, wenn man den Knochen mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure auszieht. Dann stellt er eine weiche, durchscheinende, gelbliche Masse dar, welche nach dem Trocknen sehr hart, unbiegsam, dunkeler und durchsichtiger wird. In Wasser gebracht erweicht er wieder, ohne sich aufzulösen. Man kann diese Eigenschaft des Knorpels zu mannigfachen Zwecken benutzen, z. B. recht vortheilhaft zur Anfertigung von Brustwarzendeckeln bei wunden Brustwarzen. Man lässt aus Knochen oder Elfenbein eine etwas gewölbte Scheibe drehen, welche in der Mitte eine der Brustwarze entsprechende, hohle Erhöhung hat, durch die ein kleines Loch geht, durch welches man bequem saugen kann. Die Scheibe hängt man in verdünnte Salzsäure, doch so, dass der grösste Theil der platten Fläche nicht von derselben berührt wird. Die Säure zieht aus dem vorspringenden Theile die Knochenerde aus, erweicht ihn, und nachdem er gut ausgewaschen ist, kann der Deckel als vortreffliches Mittel zum Säugen bei wunden Brüsten angewendet werden. Erhärten die weichen Stellen, so können sie durch Liegen im Wasser in kurzer Zeit erweicht werden.

Der Knorpel ist noch durchdrungen von einer kleinen Menge von Blutgefässen und Nerven, welche dem Knochen zur Ernährung dienen; diese kann man leicht davon trennen, indem man den Knorpel durch anhaltendes Kochen auflöst;

ungelöst bleiben jene Gefässe zurück, welche man durch Filtration leicht abscheiden kann. Um diese Gefässe und ihre Anordnung recht deutlich zu sehen, kann man eine Injection der Blutgefässe machen, oder auch, wie Berzelius vorschreibt, den Knochen mit verdünnter Salzsäure maceriren, bis die Knochenerde ungefähr zur Hälfte ausgezogen ist; man spült die Substanz mit kaltem Wasser ab und digerirt sie 24 Stunden bei einer Temperatur von 90° — 100° mit Wasser, ohne dies zum Kochen kommen zu lassen. Dadurch wird der erdefreie Knorpel aufgelöst, der andere, noch verbundene, nicht, und da das Wasser nicht in Bewegung war, so sitzen die aus dem Knochen hervordringenden kleinen Gefässe noch fest und bieten ein Plüsch-ähnliches Gewebe dar, welches bei leiser Berührung zu Boden fällt. Unter dem Mikroskop lässt sich ihre Structur jetzt sehr gut erkennen.

Der Knorpel des Knochens ist in kaltem Wasser vollkommen unlöslich, und auch in dem kochenden; aber dadurch, dass das Kochen der Substanz mit Wasser sehr lange Zeit fortgesetzt wird, wandelt sich dieselbe in eine ganz neue um, welche jetzt in kaltem, noch mehr in heissem Wasser löslich ist, und beim Erkalten der heissen, auch sehr verdünnten Auflösung, zu einer durchsichtigen Gallerte erstarrt und den Leim darstellt. Dieser kommt im thierischen Körper nicht fertig gebildet vor, sondern wird erst aus verschiedenen Geweben des Körpers gebildet und dargestellt, und namentlich aus den Knorpeln des Knochens, indem sie mit Wasser einer anhaltenden Siedehitze ausgesetzt werden.

Die Substanz, welche im Organismus gebildet ist, und welche, ohne selbst Leim zu seyn, also im Stande ist, Leim zu geben, zu erzeugen, nenne ich aus diesem Grunde Collagēn (*κολλά* Leim und *γεννάω* ich erzeuge). Aelteren Angaben zufolge, welche von Parmentier, Deyeux und Saissy herrühren, soll der Leim sich fertig gebildet im Blute finden; indessen haben sie den Faserstoff des Blutes damit verwechselt. So viel wir jetzt wissen, kann der Leim allein durch anhaltendes Kochen erzeugt werden, wenigstens ist uns noch kein Mittel bekannt, wie man ihn auf anderem Wege

darstellen könnte, obwohl es möglich seyn dürfte, dergleichen später aufzufinden. Ausser den Knochenknorpeln können noch die Sehnen, die Zwischengelenkknorpel, die äussere Haut, das Zellgewebe, namentlich das der Muskeln, die serösen Häute und die Tunica dartos Leim liefern. Die permanenten Knorpel, d. h. die, welche sich nicht nach und nach durch Absatz von Knochenerde in Knochen verwandeln, der Knorpel vor der Ossification, die Cornea (der einzige wirkliche Faserknorpel), liefern gleichfalls beim Kochen eine Leimart, welche von der gewöhnlichen aber verschieden und von Joh. Müller, welcher sie zuerst bemerkt hat, Chondrin genannt worden ist. Ich bezeichne die Substanz, welche in diesen Geweben enthalten ist und das Chondrin bildet, mit dem Namen Chondrigen.

Auf welche Weise die Umwandlung des Collagens in Leim vor sich gehe, darüber kann die Wissenschaft in diesem Augenblicke noch keine Rechenschaft ablegen. Man hat angenommen, der Leim sey schon gebildet in kleineren Zellen abgelagert, und diese würden durch das Kochen entweder aufgelöst oder gesprengt, ungefähr wie die Pflanzenzellen, welche das Amylum einschliessen. Diese Zellen müsste man jedoch durch das Mikroskop wahrnehmen und durch Reagenzien die Gegenwart des Leimes darin nachweisen können. Keines von beiden ist gelungen. Ich habe mir äusserst dünne Scheiben dieser Substanzen gemacht, indem ich sie, wie auch Bruns es vorschreibt, mit den Fingerspitzen auf einem feinen Schleifstein abrieb. Diese Scheibchen habe ich bei 25-, 50-, 70-, 125- und 250-facher Vergrösserung mit Reagenzien, welche die Gegenwart des Leimes entschieden anzeigen, behandelt, ohne nur eine Spur davon entdecken zu können. Die Vermuthung, dass der Leim fertig gebildet sey, wird durch die grosse Verschiedenheit der Gewebe unterstützt, welche den Leim zu geben im Stande sind, in denen also das Collagen ganz verschiedenartig angeordnet seyn müsste; indessen ist diess durchaus kein schlagender Beweis.. Wir sehen eine gleiche Verschiedenheit in der Anordnung der verschiedenen Horngewebe, welche die Haare, die Nägel, die Federn, das

Schildpatt, die Epidermis darstellt, ist in allen diesen Formen ausserordentlich verschieden und dennoch aus einer chemischen Verbindung gebildet. Vielleicht ist das Collagen nach den verschiedenen Geweben, in denen es auftritt, etwas verschieden, doch können sich keine grossen Abweichungen zeigen.

Die Umwandlung des Collagens in Leim geht in einer Weise vor sich, welche die genauere Beobachtung nicht zulässt. Wir dürfen sie vollkommen mit der vergleichen, welche die Stärke erleidet, wenn sie anhaltend mit verdünnter Schwefelsäure gekocht wird. Diese geht in Gummi und in Zucker über, ohne dass dabei etwas anderes Statt fände, als eine Aufnahme von Wasser, welches in die chemische Constitution der Stärke eingeht, ohne Hydratwasser oder Krystallwasser zu seyn. Keine Gasentwickelung, keine Gasabsorption ist wahrzunehmen, es ist eine völlig katalytische Erscheinung (p. 57.). Ganz dasselbe ist der Fall bei der Leimbildung. Auch hier finden wir keine Entwickelung oder Absorption einer Gasart. Nach genauen Versuchen von Chevreul giebt eine gewogene Quantität des Collagen-haltenden Gewebes, bei 100° getrocknet, so viel Leim, dass derselbe und die nicht veränderte, zurückbleibende Substanz, gleichfalls bei 100° getrocknet, vollkommen das Gewicht der angewandten Substanz besitzen. Es ist also zu den Bestandtheilen des Collagens wahrscheinlich weder etwas hinzugekommen, noch etwas daraus ausgeschieden worden. In verschlossenen Gefässen geht diess eben so gut vor sich, wie in offenen. Bei der chemischen Analyse des leimgebenden Gewebes fand ich fast genau die Zusammensetzung des Leimes selbst. Wie bei der Stärke beschleunigen verdünnte Säuren gleichfalls die Umwandlung des Collagens in Leim; es ist eine rein katalytische Erscheinung, die aus einer chemischen Verbindung, welche die Natur allein darzustellen vermag, eine isomerische Modification erzeugt, die nur künstlich erhalten werden kann.

Gleichsam als Gegensatz zu der erst erwähnten Ansicht, der Leim sey im thierischen Körper fertig gebildet, kann man eine dritte betrachten, nach welcher der Leim ein Zersetzungsprodukt thierischer Stoffe durch Kochen seyn soll.

Die Gelehrten, welche sich dieser Ansicht anschliessen (Wienholdt u. A.), führen zum Belege für dieselbe den Versuch von Berthollet an, dass nämlich Fleisch, welches so lange gekocht war, dass es keinen Leim mehr gab, in einem abgesperrten Raume der Fäulniss überlassen wurde, wobei es Kohlensäure entwickelte; als es nun von Neuem gekocht wurde gab es von Neuem Leim. Wenn diese Ansicht gegründet seyn sollte, so würden wahrscheinlich auch andere Gewebe des thierischen Körpers Leim zu geben im Stande seyn, wenn man sie der Fäulnisss überliesse. Dies ist indess nicht der Fall. Als ich Berthollet's Versuch wiederholte, fand ich zwar, dass das erschöpfte Fleisch nach der Fäulniss wieder auflöslicher wurde, jedoch keinesweges Leim gab, so dass ich annehmen muss, Berthollet habe sich durch einige Eigenschaften der Flüssigkeit verleiten lassen, sie für eine Leimlösung zu halten.

Die Gewebe, welche Leim geben können, also das Collagen selbst, sind der Zersetzung durch Fäulniss nicht sehr unterworfen, und wenn man den durch Säure ausgezogenen Knorpel auch nicht völlig gegen Feuchtigkeit schützt, so conservirt er sich doch eine ziemliche Zeit hindurch. Diese Conservation wird ungemein durch die Knochenerde unterstützt, und es können daher die Knochen sehr lange selbst in freier Luft liegen, ohne die thierische Substanz einzubüssen. Bichat fand, dass Schlüsselbeine, welche 10 Jahre lang der freien Luft und dem Regen ausgesetzt waren, noch dieselbe knorpelige Masse enthielten, wie frische, durch Säure ausgezogene Knochen. Alex. Monro (der Dritte) untersuchte 1819 die Knochen von Robert 1., dem Befreier Schottlands, welcher 1350 gestorben und in einem bleiernen Sarge beigesetzt war. Die Knochen hatten sich sämmtlich erhalten, nur einige kleine Fussknochen fehlten; selbst die dünnen Knochen der Orbita waren vorhanden; von den weichen Theilen war keine Spur zu entdecken. Auch hier war noch Knorpelsubstanz aufzufinden. Hatchett fand, dass das Collagen aus einem Oberarme, den er in einem alten angelsächsischen Grabe gefunden hatte, fast ganz unverändert geblieben war. Die Knochen von 3000 Jahre alten Thier- und Menschen-Mumien aus Aegypten

enthalten gleichfalls eine bedeutende Menge Collagen. Die Beispiele, welche ich aus der Gailenreuther Höhle angeführt habe, zeigen diess eben so deutlich, wie auch die von Stokes und Apjohn angeführten Fälle hierher zu rechnen sind. Interessant ist, dass Gimbernat aus einem Mammuthknochen vom Ohio Gelée bereitet hat, welches genossen werden konnte.

Fourcroy und Vauquelin fanden dagegen in einem Schenkelknochen eines Erwachsenen, der nur 1 Jahr im Grabe gelegen hatte, statt 47% thierischer Substanz, die sie im Knochen fanden, der 1 Jahr lang trocken aufgehoben worden war, nur noch 37%. Dies rührt vermuthlich von lokalen Einflüssen her.

Durch anhaltendes Kochen mit Wasser wird das Collagen nach und nach aufgelöst und in Leim verwandelt, welcher, je nach der Reinheit der angewandten Substanz, mehr oder weniger frei von fremden Beimengungen ist, von Farbstoff, Eiweiss u. s. w.

Im reinen Zustande, getrocknet, ist der Leim eine farblose, durchsichtige, sehr harte, feste, spröde, hornartige, elastische Masse, von muschligem Bruch, meist beim Zerbrechen in viele kleine Stücke zerspringend, ohne Geruch und ohne Geschmack; er ist schwerer als Wasser, reagirt weder alkalisch noch sauer, verbindet sich indessen mit einer Anzahl anderer Stoffe. Er enthält Stickstoff und besteht nach Mulder's Analysen aus:

13	At.	C	=	50,37.
20	-	H	=	6,33.
4	-	N	=	17,95
5	-	O	=	25,35.
				100,00.

Mulder hat seine Analysen mit Leim, aus dem Hirschhorn, der Hausenblase, der rohen Seide bereitet, angestellt. Das Atomgewicht hat er auf 1972,54 mit vieler Wahrscheinlichkeit festgestellt.

Ist der Leim bei 100° getrocknet, so enthält er kein chemisch gebundenes Wasser mehr. Mit Bleioxyd bis zu 120° erhitzt, verliert er zwar noch meist eine ganz geringe Menge an Wasser, jedoch ist dieses so wenig, dass es nothwendig als

hygroskopisches Wasser betrachtet werden muss, besonders da sich Mulder überzeugt hat, dass er, für sich so weit erhitzt, eine ähnliche Menge abgiebt. Der Leim enthält weder Phosphor noch Schwefel, welche zu seiner chemischen Verbindung gehören, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem Chondrin, welches Schwefel enthält, und von dem Faserstoff und Eiweiss, welche gleichfalls Phosphor und Schwefel chemisch gebunden enthalten; Verhältnisse, deren Kenntniss wir auch den unermüdlichen Forschungen von Mulder verdanken.

Wird der Leim erhitzt, so erweicht er und stösst einen unangenehmen, bekannten, sogenannten Leimgeruch aus. Bei höherer Temperatur geräth er in eine halbe Schmelzung, bräunt sich dabei, krümmt sich, bläht sich unter Gasentwicklung auf, raucht stark, indem er nach verbranntem Horn riecht, entzündet sich, brennt nur sehr kurze Zeit mit einer Flamme und lässt eine voluminöse, sehr schwer zu verbrennende Kohle zurück. Der Aschengehalt, welchen er zurücklässt, und der aus phosphorsaurem Kalk und Natron besteht, ist unbedeutend und eine zufällige Beimischung, ohne chemisch mit dem Leim verbunden gewesen zu seyn, wie es z. B. bei dem Faserstoff wahrscheinlich der Fall ist. Unterwirft man den Leim der trocknen Destillation, so erhält man dieselben Produkte, welche im Allgemeinen bei der Destillation thierischer, stickstoffhaltiger Stoffe gebildet werden: brennbare Gasarten, sublimirtes kohlensaures Ammoniak, eine hellbraune, wässerige Flüssigkeit, welche kohlensaures, essigsaures und cyanwasserstoffsaures Ammoniak enthält, ein brenzliches Oel, Harz, einen Theer (Oleum cornu cervi) u. dgl. m. Zurück bleibt eine schwarze, glänzende, stickstoff- und wasserstoffhaltige Kohle.

Zu dem Wasser verhält er sich gerade umgekehrt wie das Eiweiss; während sich dieses in kaltem Wasser mit Leichtigkeit auflöst, aber schon durch ein geringes Erwärmen coagulirt und abgeschieden wird, indem es sehr viel Wasser dabei einschliesst, und nun nicht wieder in den löslichen Zustand zurückgeführt werden kann, so löst sich der Leim sehr leicht in warmem Wasser, und coagulirt beim Erkalten, gleichfalls

eine grosse Menge von Wasser aufnehmend, und wird durch Kochen auch in kaltem Wasser löslich gemacht. In kaltem Wasser schwillt er auf, wird undurchsichtig, und löst sich erst darin bei einer gelinden Erwärmung zu einer klaren, farblosen Flüssigkeit auf, welche beim Erkalten gerinnt. Manche Leimsorten lösen sich schon, wenigstens grösstentheils, in kaltem Wasser auf, namentlich solche, welche aus den Häuten sehr junger Thiere und der Hausenblase bereitet sind; diese haben auch die Eigenschaft, dass sie minder bindende Kraft besitzen, schlecht leimen. Hatchett nennt diese Leimsorten Schleim.

Die Consistenz der erkalteten und gestehenden Leimlösung, der eigentlichen Gallerte, ist natürlich nach der Concentration derselben äusserst verschieden. Bostock giebt an, dass noch eine Flüssigkeit, welche $\frac{1}{36}$ Leim enthält, beim Erkalten vollkommen fest wird, eine solche, welche $\frac{1}{100}$ Leim enthält, beim Erkalten ganz steif wird, während solche, die nur $\frac{1}{150}$ enthält, wohl noch gelatinirt, aber doch nicht mehr fest wird. Es kommt natürlich dabei sehr auf die Leimsorte an und auf die Temperatur, bis zu welcher die Lösung abgekühlt wird. Bostock wandte zu seinen Versuchen Fischleim an. Ich fand, dass eine Flüssigkeit beim Erkalten noch sehr deutlich opalisirte, welche $\frac{1}{1000}$ Fischleim enthielt. Wird der Leim vom Wasser schon bei sehr geringer Erwärmung aufgelöst, so gesteht er schwieriger beim Erkalten; wird er oft umgekocht, so tritt diess gleichfalls ein. Auch nach dem Alter des Thieres, dem Theile, von dem der Leim gewonnen ist, ist dies Verhalten verschieden.

Wird der Leim oft erhitzt und wieder abgekühlt, so büsst er nach und nach die Eigenschaft zu gerinnen ganz ein, und verändert sich dadurch wesentlich. Sowohl die Eigenschaft des Leims wird dadurch verändert, als auch die Zusammensetzung desselben, und zwar ohne Zweifel auf eine andere Weise, wie das Collagen durch Kochen sich verändert.

Berzelius stellte hierüber Versuche an. Eine klare Hausenblasengallerte, enthalten in einer luftdicht verschlossenen und bis zu $\frac{4}{5}$ angefüllten Flasche, wurde 6 Tage hindurch, jeden

Tag 10 Stunden lang, zu ungefähr + 80° erwärmt und jedesmal 14 Stunden lang wiederum kalt stehen gelassen. Jeden Tag wurde sie nach dem Gelatiniren weniger fest, färbte sich und gestand nach dem sechsten Tage gar nicht mehr. Sie war nun klar, aber schwach bräunlich. Beim Oeffnen der Flasche drang etwas Luft hinein. Beim Verdunsten hinterliess diese Flüssigkeit eine klare, etwas bräunliche Masse, die sich ohne vorhergegangene Aufweichung vollkommen wie Gummi im kalten Wasser löste.

Auch L. Gmelin hat über diesen Gegenstand Versuche angestellt. „Die filtrirte Lösung der Hausenblase in heissem Wasser, in einer zugeschmolzenen Glasröhre mehrere Wochen lang in einem mit Wasser gefüllten Kessel (täglich 8 Stunden) der Siedehitze ausgesetzt, dann abgedampft, zeigt sich blassbraun, wird an der Luft feucht, terpenthinartig, ist leicht in kaltem Wasser löslich, daraus nur zum Theil durch absoluten Weingeist fällbar, welcher Theil mit Wasser keine Gallerte mehr liefert, während die Flüssigkeit beim Abdampfen eine terpenthinartige Masse lässt, die zum Theil in absolutem, zum Theil nur in Weingeist von 36° *B*. löslich ist. Der in absolutem Weingeist lösliche Theil zerfliesst an der Luft und trübt sich schwach mit Chlor und Bleiessig, wird aber durch Galläpfel völlig gefällt. Der Leim scheint demnach durch längeres Einwirken heissen Wassers erst in eine dem Phytokoll ähnliche Materie, dann in Osmazom verwandelt zu werden.“

Auch Mulder hat sich mit den Veränderungen beschäftigt, welchen der Leim unterworfen ist, wenn man ihn anhaltend kocht. Er hat jedoch seine Versuche nur auf den Leim aus der Seide beschränkt, und zwar, indem er denselben hinter einander zwei Tage lang kochte. Er fand diesen veränderten Leim jetzt bestehend aus 16,76 N; 47,57 C; 5,91 H; 29,76 O. Er entwickelt daraus die wenig wahrscheinliche Formel: $C_{23} H_{35} N_7 O_{11}$. Wenn dieselbe auch nicht richtig ist, so sieht man doch, bei Vergleichung mit der oben angeführten und durch mehrfache Controlle bestätigte Zusammensetzung des gewöhnlichen Leims, dass dieser schon jetzt eine wesentliche Veränderung erlitten habe.

Ich habe diesen Versuch von Mulder wiederholt, indess mit einiger Abänderung. Ich kochte 25 Grammen Leim aus Hausenblase, die bei 120° getrocknet waren, unter Ersatz des entweichenden Wassers zwei Tage lang ununterbrochen. Die eingedampfte Masse wurde wiederum bei 120° Grad getrocknet und gewogen; sie hatte 0,788 Gramm. an Gewicht verloren. Ich glaube nicht, diess einem Verluste während des Experiments zuschreiben zu müssen. Bei der Analyse, in welcher nur der Stickstoff bestimmt wurde, erhielt ich ein Mal 16,2% N, ein Mal 16,15% N. Weitere Versuche wurden nicht angestellt.

Wird gelatinirter Leim sich selbst überlassen, besonders bei etwas erhöhter Temperatur, Sonnenwärme (+ 16° bis + 20°), während die Luft Zutritt hat, so wird er dünn, zerfliesst, und beginnt mit starkem Gestank zu faulen, während er Anfangs sauer wird, dann aber viel Ammoniak entwikkelt. Er büsst dadurch seine leimende Eigenschaft ein. Setzt man ein wenig Essigsäure zu dem Leime, so hindert diese die Fäulniss, ohne der leimenden Kraft Eintrag zu thun.

Die Auflösung des Leims in heissem, oder die des veränderten Leims in kaltem Wasser wird fast vollkommen durch Alkohol gefällt. Die Eigenschaften des Leims werden dadurch nicht verändert; der Alkohol löst nur Spuren des Leims auf, und hinterlässt nach dem Verdunsten eine firnissartige Masse, die in kaltem Wasser sich leicht löst, aber nicht gelatinirt. Der durch Alkohol gefällte Leim schwillt in kaltem Wasser auf, ohne sich darin zu lösen, thut diess aber in erwärmtem. Aus dem Tischlerleim zieht der Alkohol Fett und andere Thierstoffe aus. Auch Aether, fette und flüchtige Oele lösen den Leim nicht. Weder Alkalien, noch die meisten Säuren fällen den Leim aus seinen wässerigen, warmen Auflösungen.

Nach Hünefeld wird Leim aus Hausenblase durch Chromsäure zu einem dottergelben Coagulum gefällt, doch löst sich dasselbe beim Erhitzen wieder auf. Enthält die Flüssigkeit eine Säure, besonders Salpetersäure, so erzeugt die Chromsäure kein Coagulum in der Gallerte, oder das gebildete verschwindet bald wieder.

Eine höchst merkwürdige Verbindung liefert der Leim mit Chlor. Thénard hat dieselbe entdeckt und genauer untersucht. Wenn man in eine laue, concentrirte Leimauflösung Chlorgas hineinleitet, so wird durch jede eintretende Blase eine weisse, zähe, klebrige Masse gefällt, der ganz ähnlich, welche der Alkohol aus der Leimlösung niederschlägt. Schon wenig Chlor reicht hin, um allen Leim aus der Auflösung herauszufällen; ein Ueberschuss davon färbt den Niederschlag hellgelb. Die darüberstehende Flüssigkeit enthält Salzsäure und wenig thierische Materie. Der Leim, welcher selbst nicht verändert ist, da der Wasserstoff der gebildeten Salzsäure vom Wasser herrührt, enthält Chlor, ist in Wasser und Alkohol, auch in verdünntem, unlöslich, reagirt sauer, was durch anhaltendes Kneten mit Wasser nicht entfernt werden kann, riecht nach chloriger Säure, was ebenfalls anhaltendes Waschen nicht fortnimmt. Mit Ammoniak übergossen, verwandelt sich die Masse in einen dünnen Schleim, während Stickgas entwickelt wird; ein Beweis, dass sie Chlor oder chlorige Säure enthält. In Essigsäure gelatinirt der Chlorleim, löst sich auf, wird durch Zusatz von Wasser getrübt, aber durch Kaliumeisencyanür nicht gefällt, ist also nicht in Eiweiss umgewandelt; auch Salpetersäure ist nicht gebildet worden. Bouillon Lagrange hielt den so veränderten Leim für oxydirten Leim; man sieht leicht ein, welche Gründe ihn zu dieser irrigen Ansicht führen konnten.

Mulder hat diese Verbindung genauer untersucht und gezeigt, dass sie in der That aus chloriger Säuren ($Cl_2\ O_3$) und Leim besteht, und zwar dass es mehrere Sättigungsstufen dieser Verbindungen giebt, von denen die eine aus 4 At. Leim und 1 At. chloriger Säure $4\ (C_{13}\ H_{20}\ N_4\ O_5) + Cl_2\ O_3$, die zweite aus 1 At. Leim und 3 At. Säure, die dritte endlich aus 3 At. Leim und 2 At. Säure besteht.

Durch Behandlung des Leims mit verdünnten caustischen Alkalien kann derselbe aufgelöst werden, ohne seine gelatinirende Eigenschaft einzubüssen. Wird die Leimlösung mit caustischen Alkalien versetzt, so trübt sich die Flüssigkeit, indem die phosphorsauren Salze, welche darin vorhanden sind, nie-

dergeschlagen werden. Bei der gewöhnlichen Lufttemperatur löst sich erweichter Leim nach und nach in starker Kalilauge mit Hinterlassung von phosphorsaurer Kalkerde. Der Leim wird dadurch verändert; denn, wird die Lösung mit Essigsäure gesättigt und eingedampft, so gelatinirt sie nicht, und der mit essigsaurem Kali verbundene Leim ist nun in Alkohol löslich. Setzt man zu dieser alkalischen Auflösung Schwefelsäure, so fällt man schwefelsaures Kali mit modificirtem Leim in Verbindung. Der Niederschlag ist in Wasser auflöslich, und kann krystallisirt werden. Die Auflösung davon wird durch Gerbsäure, Sublimat und $\frac{2}{3}$ schwefelsaurem Eisenoxyd gefällt.

Anhaltendes Kochen mit Alkalien verändert den Leim auf eine unten näher angegebene Weise; ebenso Behandlung mit Schwefelsäure und Salpetersäure.

Mit Salzen vereinigt sich der Leim sehr begierig, und bildet damit constante Verbindungen.

So enthält nicht nur der gewöhnliche Leim schon phosphorsaure Kalkerde aufgelöst, sondern durch Kochen damit kann er von diesem Salze, wie Vauquelin gezeigt hat, noch eine bedeutende Menge aufnehmen, so dass essigsaures Bleioxyd und oxalsaures Ammoniak sehr deutliche Fällungen darin erzeugen. Bei der Bereitung von Leimsuppen aus Knochen ist diese Erscheinung von Wichtigkeit, wie auch schon bei der gewöhnlichen Bereitung des Leims aus Knochen, welche vorher durch Salzsäure ihrer phosphorsauren Kalkerde beraubt werden müssen. Statt der Salzsäure kann man, nach Coulier, auch das Manganchlorür anwenden, welches bei der Chlorbereitung als Nebenprodukt gewonnen wird; in 20 bis 25 Tagen ist der Knochen vollkommen ausgezogen, und kann nach gehöriger Reinigung anderweitig verarbeitet werden. Zur Nahrung indessen möchte dieser Knochen sich wenig mehr eignen. Alaun fällt eine Leimauflösung nur, wenn Alkali hinzugesetzt wird; $\frac{2}{3}$ schwefelsaures Eisenoxyd verbindet sich mit dem Leim, nicht essigsaures Bleioxyd, weder neutrales noch saures.

Schwefelsaures Kupferoxyd bildet, nach Mitscherlich d. j.,

eine auflösliche, grüne Verbindung, welche durch Kali violett gefärbt wird. Zinkchlorür fällt den Leim in braunen Flocken. Nach John, Orfila und L. Gmelin fällt Quecksilberchlorid die Leimlösung, während Bostock dies leugnet. Fügt man nämlich wenig Quecksilberchlorid hinzu, so tritt eine schnell vorübergehende Trübung ein, und eine Fällung kommt erst zu Stande, wenn man auf einmal viel Sublimat zusetzt Es bildet sich ein dicker, weisser Niederschlag, welcher sich mit Kali schwärzt, daher, nach Gmelin's Meinung, Calomel enthalten soll. Dies indessen ist nicht der Fall, sondern höchst wahrscheinlich ist es eine Verbindung von unverändertem Leim mit unverändertem Sublimat, wie die Verbindung des Leims mit dem schwefelsauren Eisenoxyd, welche Mulder untersucht hat. Diese Verbindungen unterscheiden sich also wesentlich von denen, welche das Eiweiss mit den Metallsalzen hervorbringt. Von diesen letzteren, wenigstens in Beziehung auf den durch Sublimat hervorgebrachten Niederschlag, ist durch Mulder und durch mich nachgewiesen worden, dass sie aus Eiweiss und Quecksilberoxyd bestehen. Silber- und Goldlösungen fällen den Leim nicht, werden aber davon unter Einwirkung des Sonnenlichts reducirt.

Für ein sehr empfindliches und sicheres Reagens hält Edmund Davy das schwefelsaure Platinoxyd, obwohl, wie Berzelius bemerkt, das Verhalten dieses Salzes zu den meisten übrigen Thierstoffen nicht bekannt ist. Es werden dadurch zähe, braune Flocken gefällt, welche sich gut trocknen und dann leicht pulvern lassen. Nach Davy's Analyse soll die Verbindung 0,5611 Platinoxyd, 0,2002 Schwefelsäure und 0,2837 Leim und Wasser enthalten.

Ein besseres Reagens, als dieses, ist für den Leim die Gerbsäure (der Gerbstoff), sowohl die natürliche als die künstliche. Diese giebt eine so schwer lösliche Verbindung mit dem Leim, dass eine Auflösung von 1 Theil Leim in 5000 Theilen Wasser noch deutlich durch Galläpfelinfusion gefällt wird. Diese Verbindung, welche auch in den Gewerben durch die Lederfabrikation so wichtig geworden ist, haben mehrere Gelehrte untersucht: H. Davy, Schiebel, Bostock,

Stephens und endlich Mulder. Nach Mulder giebt es mehrere Verbindungen mit der Gerbsäure, während Davy nur eine annahm, und zwar die, welche 54 Theile Leim und 46 Theile Gerbsäure enthalten sollte. Schiebel fand dieselbe Verbindung und noch zwei andere. In der ersten fand er, fast wie Davy, auf 100 Theile Leim 88,9 Theile Gerbsäure (Davy hatte auf 100 Theile Leim 85,2 Gerbsäure), in einer zweiten auf 100 Theile Leim 59,25, und endlich 118,5 Theile Gerbsäure. Bostock fand auf 100 Theile Leim 66,6 Gerbsäure. Stephens überzeugte sich von der Existenz von wenigstens zwei Verbindungen. Eine Verbindung von Leim mit ganz reiner Gerbsäure, die Mulder untersuchte, enthielt 100 Theile Leim und 135 Theile Gerbsäure.

Diese Eigenschaft, sich mit der Gerbsäure zu vereinigen, kommt nicht allein dem Leime zu, sondern auch dem Collagen, und auf dieser Fähigkeit beruht die Gerberei; denn dort wird aus den thierischen Häuten nicht erst durch Kochen Leim dargestellt, sondern sie werden unmittelbar mit der Gerbsäure vereinigt. Die Verbindungen des Collagens mit dieser scheinen denen des Leims mit der Gerbsäure ganz gleich zu seyn.

Merkwürdig sind die Umwandlungen, welche der Leim erleidet, wenn er mit Alkalien im Ueberschuss und mit Schwefelsäure behandelt wird.

Wenn man Leim mit Kali kocht, so entwickelt sich eine bedeutende Menge von Ammoniak, aber nicht aller Stickstoff der Substanz wird in dieses umgewandelt, und man erhält zwei von Braconnot entdeckte, merkwürdige Substanzen, nämlich das Leucin und den Leimzucker oder das Leimsüss; letzteres bildet sich in grösserer Quantität. Man erhält die Verbindungen sehr leicht, wenn man das Alkali mit Schwefelsäure sättigt, abdampft und den Rückstand mit Alkohol auszieht, welcher das Leucin und den Leimzucker auflöst. Da beide eine verschiedene Löslichkeit in dem Alkohol besitzen, so kann man sie leicht von einander trennen.

Den Leimzucker kann man durch vorsichtiges Abdampfen der alkoholischen Lösung sehr gut krystallisirt in Prismen von bedeutender Grösse erhalten, aus der verdünnten Lösung in

Rhomboedern. Sie sind farblos, geruchlos, von intensiv süssem Geschmack, in 4½ Th. Wasser und 930 Th. Alkohol von 0,825 spec. G. löslich. Kochender Alkohol löst den Leimzucker ziemlich leicht, Aether gar nicht auf. An der Luft verändert er sich nicht. Nach den Analysen von Mulder, Boussingault und mir besteht er aus:

8 C =	611,50 =	34,39
18 H =	112,32 =	6,32
4 N =	354,07 =	19,92
7 O =	700,00 =	39,37
	1777,89 =	100,00.

Er enthält 2 At. Wasser, welche durch Vereinigung mit Basen abgeschieden werden können. Zu dem Rohrzucker steht der Leimzucker in einer nahen Beziehung, denn

½ At. Rohrzucker	$= C_6\ H_{10}\ O_5$
2 At. kohlens. Ammoniak	$= C_2\ H_{12}\ O_4\ N_4$
	$C_8\ H_{22}\ O_9\ N_4$
— 4 At. Wasser	$= H_8\ O_4$
= 1 At. wasserfr. Leimzucker	$= C_8\ H_{14}\ O_5\ N_4$

Mit Salpetersäure behandelt liefert das Leimsüss eine eigenthümliche Säure, welche gleichfalls von Braconnot entdeckt und von Mulder und Boussingault näher untersucht worden ist. Sie besteht aus:

8 C =	18,19
22 H =	4,09
8 N =	21,11
19 O =	56,61
	100,00.

ist also wasserfreier Leimzucker, mit 2 At. Salpetersäure, und 4 At. Wasser verbunden. $C_8\ H_{14}\ N_4\ O_5 + 2\ \dot{\dot{\dot{N}}} + 2\ \dot{H}$.

Das zweite Produkt, das Leucin, welches sich mit dem Leimzucker erzeugt und in grösserer Menge erhalten wird, wenn man Leim mit Schwefelsäure behandelt, wobei auch Leimzucker entsteht, ist, aus Alkohol krystallisirt, ein weisses dem Cholesterin ähnliches Produkt, welches bei 170° unverändert sublimirt werden kann, in 28 Theile Wasser und

628 Th. Alkohol von 0,828 spec. G. löslich, in Aether aber unlöslich ist. Es hat einen sehr starken Bouillongeschmack. Sein Name ist von Braconnot von der weissen Farbe (λευκός weiss abgeleitet. Es enthält Stickstoff und besteht nach Mulder's und meinen Analysen aus:

12	C	917,24	=	55,79
24	H	149,75	=	9,11
2	N	177,04	=	10,77
4	O	400,00	=	24,33
		1644,03		100,00

Mit Salpetersäure vereinigt sich das Leucin ähnlich wie das Leimsüss.

Bei diesen Verbindungen haben wir namentlich zu bemerken, dass sie nicht allein aus dem Leim, sondern auf gleiche Weise aus dem Eiweiss, dem Fleische, dem Faserstoff des Blutes, dem Käsestoff, vorzüglich aus letzterem durch Fäulniss entstehen.

Ausser der Anwendung des Leims in den Gewerben, benutzen wir seine Auflösung namentlich als Nahrungsmittel.

Die Erfahrung hat bewiesen, dass der Leim, mit anderen Nahrungsmitteln versetzt, eine sehr gute und nahrhafte Substanz darbietet, und alle Streitigkeiten, welche sich über diesen Punkt erhoben haben, können von dem einen chemischen Grundsatze aus geschlichtet werden, welchen Berzelius vor dreissig Jahren schon aussprach: dass kein ungemischtes Nahrungsmittel zum Bedarf des Körpers hinreicht, der stets ein Gemenge von mehreren bedarf, wenn alle verschiedenen lebendigen Theile richtig ernährt werden sollen. Es würde zu weit führen, wollte ich hier auf die chemische Theorie der Nahrungsmittel und Ernährung überhaupt eingehen; ich muss auf den Abschnitt „Nahrungsmittel" verweisen. Indessen muss doch hier auf eine Einseitigkeit der Theorie, welche Magendie aufgestellt und welche Boussingault in neuester Zeit so ausdauernd verfolgt hat, aufmerksam gemacht werden. Magendie glaubt die Nährungsfähigkeit einer Substanz im Stickstoff suchen zu müssen, und abstrahirt von den übrigen Bestandtheilen, von den Verbindungen in welchen diese unter

einander stehen. Wäre diess der Fall, so würde es ganz gleichgültig seyn, welche Nahrungsmittel, in welcher Verbindung u. s. w. dieselben genossen werden. Die Erfahrung beweist das Gegentheil, und es haben sich daraus Grundsätze ergeben, welche a. a. O. werden auseinandergesetzt werden.

Beim Kochen der meisten Thierstoffe wird, da sie fast alle Collagen enthalten, Leim gebildet. Beim Kochen des Fleisches bildet sich eine gewisse Quantität Gallerte, welche mit dem Extractivstoff des Fleisches, dem Osmazom, dem Zomidin und mehreren anderen Stoffen verbunden ist. Lange Zeit wurde der Leim, welcher aus den Knochen erhalten werder kann, unbenutzt gelassen und ging verloren. Dionys Papin machte zuerst Vorschläge der Art, indem er in der Londoner Societät im Jahre 1679 seinen Digestor vorzeigte, in welchem vermittelst einer erhöhten Temperatur die Knochen bald ganz klein gekocht und ihrer Gallerte beraubt werden konnten. Der Digestor wurde aus starkem Kupferblech verfertigt und luftdicht verschlossen, wodurch die Temperatur des Wassers beliebig gesteigert werden konnte. Die Entdeckung Papin's, welche von Einigen J. Watt zugeschrieben wird, war nahe daran, das Aufsehen zu machen, welche sie verdiente. Er hatte sich Carl II. von England erboten, in 24 Stunden mit 11 Pfund Holzkohlen 150 Pfund Gelée zu bereiten, dessen Anwendung er für Armenhäuser und Lazarethe empfahl. Als der König geneigt war, diesem Vorschlage Gehör zu schenken, erschienen seine Jagdhunde mit Bittschriften am Halse, dass man ihnen nicht die ihnen zukommende Nahrung entziehen möchte. Der Scherz wurde belacht und der Vorschlag nicht weiter beachtet. Papin beschrieb hierauf sein Verfahren öffentlich in seinem Werke: L'art d'amollir les os. Paris 1721. 12.; doch fand dasselbe lange keinen Eingang, bis L. Proust, der verdienstliche Spanische Chemiker, die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand wieder lenkte, und bei der Spanischen Regierung die Einführung der Knochensuppen durchsetzte. Nach Proust beschäftigte sich Cadet de Vaux sehr gründlich mit der Untersuchung und Bereitung der Knochengallerte. Die Sucht das Neue als das Beste darzustellen,

veranlasste auch hier, dass Viele in ihrer Ueberschätzung dieses neuen Verfahrens so weit gingen, dass sie keinen Anstand nahmen, die Knochen weit über das Fleisch zu stellen, ohne zu bedenken, dass die Fleischfaser selbst ein viel kräftigeres Nahrungsmittel ist, wie der Leim.

Eine neue Bewegung in diese Sache ist durch D'Arcet's Bemühungen gekommen, welcher sich seit vielen Jahren damit beschäftigt, dieses Verfahren zu verbessern und allgemeiner einzuführen.

Eine Zeit lang wandte D'Arcet, um die Knochenerde aus den Knochen zu entfernen, die Chlorwasserstoffsäure an, welche man in Frankreich zu einem äusserst geringen Preise erhalten kann. Diese präparirten Knochen wurden gewaschen, und durch Kochen zu Gallerte aufgelöst. Da die Auflösung des Leims selbst ganz geschmacklos ist, so kann natürlich auch diese, von Blut und Faserstoff ganz freie Gallerte, keinen Geschmack, oder wenigstens nur einen höchst faden besitzen. Man setzt daher Fleischbrühe und Pflanzentheile hinzu, mit welchen man auch die gewöhnliche Bouillon schmackhafter zu machen pflegt.

D'Arcet hat sein Verfahren später etwas modificirt. Die vom Fett befreiten Knochen werden zerkleinert, indem sie noch feucht zwischen gerieften Walzen hindurchgehen. Geschieht dies mit trocknen Knochen, oder werden sie zerstossen, so nehmen sie den Geruch an, wie durch das Raspeln, der dann auch den Suppen anhängt. Das Knochenpulver wird in einem Cylinder der Einwirkung der Dämpfe von Wasser ausgesetzt, welches bei 960 Millimeter Druck, also ungefähr bei + 106° — 107° kocht. Ein feiner, kalter Wasserstrahl, welcher in den Cylinder eingeleitet wird, condensirt einen Theil der Dämpfe, welche die Knochen völlig durchdringen. Der aufgelöste Knorpel fliesst ab, sammelt sich am Boden, wo so lange eine concentrirte Knochengallertauflösung ausfliesst, als noch ungelöster Knorpel zurückbleibt. Da die kochende Gallertauflösung mit der Knochenerde nur wenig in Berührung kommt, so wird auch nur eine geringe Quantität davon aufgelöst.

Milne Edwards und Balzac haben sehr umsichtige

Versuche über die Nährungsfähigkeit des Leimes angestellt. Es ergiebt sich daraus, dass ein Mensch, der von Knochengallerte und Brod lebt, dadurch sein Gewicht behalten kann, während diess mit Brod allein nicht der Fall ist. Ein noch im Wachsen begriffener Hund bleibt jedoch bei einer solchen Diät im Wachsthum zurück, und nimmt in mehreren Monaten nur unbedeutend an Gewicht zu. Bekommt er aber Brod und Suppe von gekochtem Fleisch, so fährt er zu wachsen fort, demzufolge also die Suppe von gekochtem Fleisch nährende Bestandtheile enthalten muss, die nicht in der Knochengallerte enthalten sind, und nicht aus dem gelatinirenden Theil darin bestehen. Donné hat Versuche an sich selbst angestellt, welche das keinesweges unerwartete Resultat gegeben haben, dass die Gallerte allein nur schlecht und wenig zu nähren im Stande sey.

Bei der Abhandlung der Nahrungsmittel im Allgemeinen, werde ich auf die Grundsätze zurückkommen, welche bei der Beurtheilung dieses Gegenstandes angewendet werden müssen.

Ausser den beschriebenen Substanzen enthalten alle Knochen noch eine Quantität Fett, welches namentlich die Höhlungen der Röhrenknochen anfüllt und Knochenmark genannt wird. Dasselbe findet man besonders in dem zelligen Gewebe, und zwar in allen Knochen, ausser denen, in welche die atmosphärische Luft eindringt, und welche mit einer Schleimhaut ausgekleidet sind. In den Zellen der Köpfe der Knochen findet man meist sehr wenig Fett, sondern statt dessen eine dicke, röthliche Flüssigkeit, die sich auch zwischen den Wänden der glatten Knochen, z. B. der Schädelknochen, zeigt. Im frischen Zustande ist das Knochenmark ein durchsichtiges, ölähnliches Fett, welches mit dem übrigen Fette des Thieres übereinstimmt. Auch hier ist es, wie im übrigen Körper in Zellen eingeschlossen, und stellt in den feinsten Markkanälchen einen weissen, mit Oeltröpfchen vermengten Saft dar. Nach Berzelius Untersuchung besteht das Markfett des Ochsen aus:

Markfett	96
Häute und Gefässe	1
Darin enthaltene Flüssigkeit	3
	100.

Diese Flüssigkeit, dieselbe, welche man aus dem Fleische des Ochsen ausziehen kann, ist namentlich die Ursache, welche dem gekochten Knochenmarke einen andern Geschmack verleiht, wie das geschmolzene Fett besitzt; die Zellen bewirken die Beibehaltung der Form des gekochten Markes.

Je nach dem Alter des Individuums ist die Quantität des in den Knochen enthaltenen Marks sehr verschieden. Wie alles Fett dem jüngern Fötus fehlt, so auch dieses. Selbst bei den Neugebornen findet man nur eine sehr flüssige, angeblich eiweisshaltige Substanz. Mit dem Alter wächst die Menge des Marks, und gesunde Greise enthalten, da bei ihnen die Markkanäle und die Zellen sehr gross sind, auch eine grosse Menge des Fettes. Dieses bildet wohl namentlich ein Depot von Nahrungsstoff für den Knochen, und bietet ein Hülfsmittel dar, um die Sprödigkeit desselben zu verringern, und ist nicht, wie sonst die Annahme war, die Substanz, welche die Synovia durch die Knochensubstanz hindurchschwitzt, oder welche nur als Ausfüllungsstoff für die Höhle dient.

In dem compacten Theile des Rückenwirbels findet man, wie in den Gelenkköpfen, nicht Mark, sondern jene dunkelbraune, halb erstarrte Flüssigkeit, welche dem Blutwasser ähnlich ist. Berzelius hat sie untersucht, und gefunden, dass sie sich in Wasser löst, ohne Fibrin abzusetzen, im Kochen gerinnt, und dabei eine farblose, sauer reagirende Flüssigkeit abscheidet. Nach Berzelius sind 75,5 Th. Wasser und 24,5 feste Substanzen darin enthalten, welche neben einer geringen Quantität Markfett noch die Stoffe darbieten, welche man mittelst Wasser aus dem Fleische auszieht, und welche den unpassenden Namen Osmazom erhalten haben.

Auf der äussern Oberfläche der Knochen breitet sich die Knochenhaut aus, das Periosteum, welches eine nervenfreie, daher auch empfindungslose, fibröse Membran ist, in dem viele Blutgefässe sich verzweigen. Die Beinhaut überzieht alle Knochen, und da sie den Zwischenknorpel gleichfalls bekleidet, so bildet sie im ganzen Körper ein Continuum. Die chemischen Eigenschaften des Periosteums sind nicht völlig

bekannt, es löst sich bis auf etwas Geäder im Wasser vollständig auf und giebt dabei Leim.

Die Entstehung und die Structur der Knochen gehört zwar ganz in das Gebiet der Physiologie und Anatomie, indessen zeigen sich doch auch hier einige Punkte, welche, vom chemischen Gesichtspunkte aus betrachtet, Interesse darbieten, so dass ich auch hierüber einige Worte anführen will.

Ehe der Knochen selbst sich bildet, entsteht jedesmal ein Knorpel, welcher weich ist, doch aber die Gestalt des künftigen Knochens zu besitzen pflegt. Dieser Knorpel ist noch nicht Collagen, sondern liefert beim Kochen eine eigenthümliche Leimart, Chondrin, welche ich sogleich bei den Knorpeln ausführlicher beschreiben werde. Wir haben also bei der Verknöcherung nicht nur eine mechanische Veränderung, sondern eine wesentlich chemische. Anfangs ist der Knorpel gallertartig, weich, homogen und zeigt keine Kanäle, keine Blutgefässe.

Geht die Ossification vor sich, so wird der Knorpel in der Mitte weich, es bilden sich kleine Höhlungen, diese stossen nach und nach zusammen und bilden bald ein System von kleinen Kanälchen. Zugleich bilden sich Blutgefässe, welche die Masse durchdringen. Wenn diese auch dem Auge vollständig homogen erscheint, so ist sie doch, unter dem Mikroskop betrachtet, ein Gemenge aus zwei Substanzen, nämlich der homogenen Grundmasse, und kleinen, gleichsam eingesprengten Körnchen, welche ein dunkeles, grauliches Ansehen haben. Sie sind ungleich gross, und zuweilen hat eines mehrere andere umschlossen. Von meist eiförmiger Gestalt, sind sie doch zuweilen eckig, länglich u. s. w. Anfangs 0,0001—0,0002 Par. Lin. im Durchmesser haltend, werden sie nach und nach grösser und erscheinen bald 0,0008—0,001 P. L. gross, werden linsenförmig und richten sich reihenförmig nach der Längsrichtung des Knochens.

Jetzt scheiden die Blutgefässe die erdige Knochensubstanz aus, welche sich wahrscheinlich nicht chemisch mit der Grundmasse vereinigt, die dabei auf eine ganz unerklärte Weise nun in Collagen übergeht. Sie wird fester, fein-

körnig und zeigt bald ein dunkleres Ansehen, als die ursprünglichen Knorpelkörnchen, welche zum Theil resorbirt werden, aber nun grösstentheils in Knochenkörperchen übergehen, welche den Sitz der erdigen Bestandtheile in den Knochen darstellen. Diese Körperchen, obgleich durchaus nicht krystallisirt, haben doch, nach Marx, die Eigenschaft, gleich Glimmerblättchen das Licht zu polarisiren, wodurch sie sich wesentlich von den meisten übrigen organisirten Stoffen unterscheiden.

Die chemischen Eigenschaften, welche die phosphorsaure Kalkerde besitzt, zeigt sich auch schon hier in dem thierischen Körper. So hat z. B. der Farbstoff des Krapps eine ausserordentliche Verwandschaft zu der phosphorsauren Kalkerde, so dass, wenn man diese aus einer Auflösung von Krapp ausfällt, der Farbstoff mit niedergerissen wird und eine Verbindung mit dem Salze darstellt, welche durch Wasser nicht zersetzt werden kann. Mengt man nun der Nahrung eines Thieres Krapp bei, so wird der Farbstoff unverändert in das Blut übergeführt, von diesem in den Knochen gebracht und färbt dort die phosphorsaure Kalkerde zuerst hell-, endlich ganz dunkelroth. Lässt man den Krapp wieder fort, so erhält man wieder den Knochen weiss; giebt man von Zeit zu Zeit wieder Krapp, etwa in Zwischenräumen von einem halben Jahre, so erhält man Knochen, welche beim Querschnitt farbige und farblose Ringe zeigen, von Innen ausgehend. Diese Erscheinung ist zuerst von Duhamel, später von Hunter und zuletzt namentlich von Flourens benutzt worden, um die Art und Weise des Wachsens der Knochen zu beobachten.

Ist der Knochen gebrochen und beginnt wieder zu heilen, so erweichen sich beide Enden und bilden den sogenannten Callus, welcher die Vereinigung der beiden Stücke bewirkt. Wenn der weiche Callus erhärtet, so besitzt er gewöhnlich doch noch weniger Knochenerde, als der gesunde Knochen. Lassaigne hat den Callus untersucht, den äussern Theil (I) und den innern (II).

	I.	II.
Thierische Substanz	50,0	48,5
Lösliche Salze	11,3	12,8
Kohlensaure Kalkerde	5,7	6,2
Phosphorsaure Kalkerde	33,0	32,5
	100	100.

Die Zähne.

Obwohl die Zähne sehr innig mit den Knochen der Kinnlade verbunden sind, so zeigen sie doch in chemischer Beziehung manche Abweichung von den Knochen, so dass man beide Organe füglich von einander trennen kann.

Der Knochen bietet in seiner festen Masse nur eine Substanz dar, welche gleichmässig angeordnet und zusammengesetzt ist; bei dem Zahne haben wir drei verschiedene Substanzen: die eigentliche Zahnsubstanz, welche den Zahn fast gänzlich bildet, die Schmelzsubstanz, welche die Zahnkrone umgiebt, und eine kleine Menge wirklicher Knochensubstanz, welche an der Wurzel die Zahnsubstanz in dünner Schicht überzieht.

Wie der Knochen bietet der Zahn im Innern eine Höhlung dar, welche ungefähr die Gestalt des Zahnes selbst besitzt. Sie ist angefüllt mit einer weichen Masse, der Zahnpulpe, deren Zusammensetzung ich nicht kenne. Aus dieser Höhle geht durch die Wurzel ein feiner Kanal, durch den der Zahnnerv eingeht und den Zahn ernährt.

Trocknet man den Zahn bei 100°, so verliert er Wasser und wird so spröde wie Glas; schlägt man jetzt mit einem Hammer darauf, so springt meist der Schmelz ab, und zeigt auf diese Weise, dass er mit dem Zahne nicht innig verbunden ist. Diess ersieht man aus einer von Belchier und Flourens gemachten Erfahrung, welche fanden, dass bei Krappfütterung der Zahn, wie jeder andere Knochen, roth gefärbt wurde, der Schmelz indessen durchaus keine Farbenveränderung dadurch erlitt. Nach Hunter werden die Zähne selbst gleichfalls nicht gefärbt.

Der Zahnschmelz, die Email, überzieht anstatt des Pe-

riosteums die Krone des Zahnes, und dringt bei den Pflanzenfressern wellenförmig, in hin- und widergehenden Windungen in die Zahnsubstanz selbst ein, und verleiht demselben dadurch eine viel bedeutendere Härte. Durch starken Temperaturwechsel, Schlag, Stoss u. s. w. springt der Schmelz ab, selbst im lebenden Körper, und erzeugt sich nicht wieder. Auch beim Kauen nutzt er sich ab, ohne sich wieder zu bilden.

Er stellt eine dichte, glänzende, durchscheinende, porzellanartige Masse dar, welche unter dem Mikroskop aus kurzen sechsseitigen Prismen zusammengesetzt erscheint und ein ziemlich krystallinisches Ansehen besitzt; es ist die schwerste Substanz des menschlichen Körpers, wie auch die härteste, hat daher auch den Namen Substantia adamantina. Man kann auf dem frischen Bruch an gutem Stahl Funken mit ihm schlagen. Fast nur aus unorganischen Substanzen bestehend, wird der Schmelz in der Glühhitze nur vorübergehend schwarz, verliert dabei 2 Procent an Gewicht, und hinterlässt, in Säuren aufgelöst, keinen Knorpel, sondern nur eine geringe Menge einer häutigen Substanz, welche die innere Seite bekleidete.

Berzelius fand die Zusammensetzung des Schmelzes:

	Vom Menschen.	Vom Ochsen.
Phosphors. Kalkerde mit Fluorcalcium	88,5	85,0
Kohlensaurer Kalk	8,0	7,1
Phosphorsaure Magnesia	1,5	3,0
Natron	—	1,4
Braune Häute, am Zahnknorpel sitzend, Alkali, Wasser	2,0	3,5
	100,0	100,0.

Ganz ein ähnliches Resultat erhielt auch ich bei der Analyse des Schmelzes von einem Backenzahn eines afrikanischen weiblichen Elephanten:

Phosphorsaure Kalkerde	86,20
Kohlensaure Kalkerde	7,35
Phosphorsaure Magnesia	2,36
Fluorcalcium	1,15
Organ. Substanz, Alkali, Wasser, Verlust	2.94
	100,00.

Hünefeld fand in dem Schmelz 99% anorganische Substanz, was in jedem Falle zu viel ist; er benutzte jedoch Feilpulver, kann daher leicht ein wenig Eisen vom Instrument mit hinein bekommen haben.

Manche Personen nutzen ihre Zähne ausserordentlich leicht ab, und zerstören durch das Kauen ziemlich schnell den Schmelz. Ich vermuthete in diesem mehr organische Substanz und untersuchte deshalb den eines Backenzahns einer solchen Person; ich fand jedoch eine besonders grosse Menge von kohlensaurem Kalke darin, nämlich:

Phosphorsaure Kalkerde	84,26
Kohlensaure Kalkerde	10,33
Phosphorsaure Magnesia	2,10
Fluorcalcium	1,00
Organ. Substanz und Verlust	2,21
	100,00

Beim Kochen des Schmelzes mit Wasser habe ich keinen Leim erhalten können; jedoch war die angewandte Menge vielleicht zu gering. Auch aus der organischen Substanz, welche nach dem Ausziehen der anorganischen Bestandtheile durch Salzsäure zurückblieb, erhielt ich keinen Leim. Es ist in jedem Falle der Schmelz die am meisten anorganische Substanz des ganzen thierischen Organismus. Von einigen Chemikern wird die Menge der organischen Bestandtheile im Schmelze sehr bedeutend angegeben. Diese haben aber offenbar nicht sorgfältig die Zahnsubstanz selbst getrennt; so fand z. B. Morichini 30% thier. Substanz; Josse 24; Fourcroy und Vauquelin 27,1; Lassaigne 20. Hatchett fand bei Thieren und Pepys bei Menschen dagegen gar keine organische Substanz.

Die unter dem Schmelze befindliche, und den grössten Theil der Wurzel ausmachende Substanz der Zähne ist die eigentliche Zahnsubstanz, meist Zahnbein, Zahnknochen genannt; von Cuvier, Jvoire, Ebur. Mit dem Knochen überhaupt sehr übereinstimmend, ist jedoch das Zahnbein dichter, fester, spröder, härter, auf der Bruchfläche atlasglänzend. Wie der Knochen besteht es aus Collagen und einer der Knochenerde ziemlich

ähnlich zusammengesetzten Substanz, doch beide in anderen Verhältnissen enthaltend.

Berzelius hat auch die chemische Zusammensetzung der Zähne untersucht, und fand:

	Bei Menschen.	Bei Ochsen.
Knorpel und Gefässe	28,0	31,00
Phosphors. Kalkerde mit Fluorcalcium	64,3	63,15
Kohlensaure Kalkerde	5,3	1,38
Phosphorsaure Magnesia	1,0	2,07
Natron mit Kochsalz	1,4	2,40
	100,0	100,00.

Es ist merkwürdig, dass auch hier wie bei den Knochen, der Gehalt an kohlensaurer Kalkerde beim Menschen grösser ist, als bei Ochsen. Bei der Person, bei welcher ich den Schmelz untersucht hatte, schien es mir interessant zu seyn, auch den Zahn selbst hinsichtlich seines Gehaltes an kohlensaurem Kalk zu prüfen, und ich fand in der That eine grössere Menge darin, als ich erwartet hatte, nämlich:

Thierische Substanz	29,6
Phosphorsaure Kalkerde	57,2
Kohlensaure Kalkerde	8,3
Fluorcalcium	1,2
Phosphorsaure Magnesia	1,0
Verlust	3,7
	100,0.

Pepys hat gleichfalls eine Analyse des Zahnbeins ausgeführt. Er fand:

Thierische Substanz	28,0
Krystallwasser und Verlust	10,0
Phosphorsaure Kalkerde	58,0
Kohlensaure Kalkerde	4,0
	100,0.

Lassaigne hat die Zusammensetzung der Zähne verschiedener Thierarten bestimmt, indem er den Gehalt an animalischer Substanz durch Glühen ermittelte. Der verschiedene Gehalt an phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde lässt sich nicht auf die Nahrung des Thieres zurückführen:

Zähne der Thierarten	Organische Substanz.	Phosphors. Kalk.	Kohlens. Kalk.
Von einem 1 Tag alten Kinde	35	51	14
Von einem sechsjährigen Kinde	28,57	60,01	11,42
Von einem erwachsenen Menschen	29	61	10
Von einem 81jährigen Greise	33	66	1
Von einer ägygtischen Mumie	29	55,5	15,5
Vorderzähne eines Kaninchen	31,2	59,5	9,3
Backenzähne eines Kaninchen	28,5	63,7	7,8
Backenzähne von Mus rattus	30,6	65,1	5,3
Backenzähne vom wilden Schweine	29,4	63,	6,8
Fangzähne vom wilden Schweine	26,8	69	4,2
Fangzähne vom Nilpferd	25,1	72	2,9
Vorderzähne vom Pferd	31,8	58,2	10
Backenzähne vom Pferd	29,1	62	8,9
Vorderzähne vom Ochsen	28	64	8
Zähne vom Orycteropus	27,3	65,9	6,8
Zähne von Gavial	30,3	61,6	8,1
Zähne der Ringelnatter	30	76,3	3,7
Giftzähne der Viper	21	73,8	5,2
Karpfenzähne	35	49	16
Haizähne	33,5	52,6	13,9

In den Zähnen der Ornithorhynchus waren gegen 99,5 p. C. einer hornähnlichen Substanz und 0,5 p. C. Knochenerde enthalten.

Die eigentliche Knochensubstanz, welche den Zahn an der Wurzel umgiebt, unterscheidet sich in Nichts von dem Knochen der Kinnlade selbst.

Wie der Knochen, so widerstehen auch die Zähne, und zwar diese in noch höherem Grade, der Zerstörung durch Fäulniss. In alten Gräbern findet man die Zähne oft fast unverändert, und die Zusammensetzung der fossilen Zähne stimmt oft sehr genau mit der der frischen Zähne überein.

Es ist schon öfter erwähnt worden, dass Morichini das Fluor der Knochen zuerst in den fossilen Elephantenzähnen fand (p. 13.). Sonderbarer Weise fanden Fourcroy und Vauquelin dasselbe nicht im Elfenbein aus Sibirien und Loyo,

was indessen nur darauf hinweist, dass sehr wenig davon darin war, wohl aber in den sehr zersetzten und aller thierischen Substanz fast völlig beraubten Zähnen von l'Ourque-Canal und von Argenteuil. Diess erinnert an die obige Bemerkung, dass die fossilen Knochen reicher an Fluor zu werden pflegen (p. 99.).

Bergemann hat den Backenzahn eines Mammuth von Liedberg untersucht, welcher bis auf den Schmelz sehr zerreiblich war. In diesem fand er auch viel zu viel thierische Substanz, nämlich 9,45 p. C. mit wenig Wasser vermischt; ausserdem kohlensauren Kalk 22,57; phosphorsauren Kalk 63,97; Fluorcalcium 4,54; phosphorsaurer Magnesia eine Spur. In der Zahnsubstanz selbst fand er Wasser mit wenig thierischer Substanz 1,63; kohlensaure Kalkerde 25,77; phosphorsaure Kalkerde 57,60; Fluorcalcium 3,2; phosphorsaure Magnesia 2,55; von Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd Spuren.

In den fossilen Zähnen vom Bären giebt Lassaigne thierische Substanz 14; kohlensaure Kalkerde 16; phosphorsaure Kalkerde 70 an; in denen des Anoplotheriums: phosphorsaure Kalkerde 37; Fluorcalcium 15 (?); Thonerde 10; Kohlensäure 35; Eisen- und Manganoxyd 3.

Im Allgemeinen bieten diese Gebilde keine bedeutenden Abweichungen von den ihnen so verwandten Knochen dar.

Wie das ganze Knochensystem, so sind auch die Zähne krankhaften Veränderungen unterworfen; jedoch werden sie weniger substantiell angegriffen, wie der Knochen. Ihre leichtere Abnutzung, durch fehlerhafte Zusammensetzung herbeigeführt, ist schon erwähnt worden. Am gewöhnlichsten ist wohl ein Erkranken der Zahnmembran oder Beinhaut, z. B. bei dem Scorbut, nach dem längern Gebrauch des Quecksilbers, welche das Lockerwerden der Zähne veranlasst. Aber auch durch wirkliche chemische Veränderungen kann der Zahn erkranken, oder in Folge der Erkrankung sich chemisch verändern. Diess ist der Fall bei der Caries der Zähne.

Diese ist, vorzüglich nach den Untersuchungen von J. Linderer, eine von der Caries der Knochen ganz verschiedene Krankheit und besteht nur in einer Zersetzung der Zahnsubstanz durch die Flüssigkeit des Mundes, und kann daher eben-

falls an den künstlich eingesetzten Zähnen vorkommen. Die Stelle, wo der Zahn zuerst angegriffen wird, ist verschieden. Meist ist es der Schmelz, welcher zuerst leidet, zuweilen ist es aber der Zahnknochen, nahe am Alveolarrande, wo der Schmelz sich nicht mehr befindet; zuweilen beginnt die Caries oben, zuweilen an der Seite; immer fängt sie aber von Aussen an. Der Schmelz wird zersetzt, und noch ehe der Zahn selbst hohl ist, sieht man den Schmelz sich dunkeler färben. Dieser Fleck ist die untere Basis eines Kegels, dessen Spitze gegen die Oberfläche der Zahnsubstanz selbst stösst; dieser verlängert sich und ergreift nun auch die Zahnsubstanz selbst. Der Fleck wird dadurch hervorgebracht, dass die Flüssigkeiten des Mundes die anorganische Substanz des Schmelzes auflösen, durch diesen in die Zahnsubstanz gelangen, hier auch die erdigen Theile herausziehen, und die knorpelige Masse mit wenig Knochenerde in Gestalt einer weichen, bröckeligen, dunkelfarbigen Substanz zurücklassen. Der Schmelz selbst wird nach und nach zerstört, der weiche Stoff des Zahnes kann den äusseren Eindrücken nicht widerstehen, wird abgenutzt und hohl. Es würde also diese Krankheit der Zähne eigentlich dem Zahne selbst nicht angehören, wohl aber dem Speichel. Dagegen sprechen einige Thatsachen, z. B. dass oft alle Zähne bis auf einen gesund bleiben, und umgekehrt; eine zuweilen bemerkte Correspondirung in dem Erkranken der gegenüberstehenden Zähne.

In jedem Falle ist die Zusammensetzung der Zähne selbst von grossem Einfluss, und es scheint, als ob eine abnorme Menge von kohlensaurer Kalkerde oft zu der Caries disponire. Verletzung der Schmelzsubstanz ist gleichfalls oft die Ursache der beginnenden Caries. Diese kann leicht durch zu heisse Getränke oder Speisen, durch Stoss herbeigeführt werden. Der anhaltende Genuss saurer Arznei verdirbt gleichfalls den Zahn, indem sie die Substanz desselben chemisch angreift. Der Genuss des Zuckers wird nicht selten als dem Zahne sehr nachtheilig geschildert. Er kann es werden durch die mechanischen Verletzungen, welche namentlich der sehr harte, krystallisirte Zucker (Kandiszucker) herbeiführen kann; er wird

es aber gewiss auch dadurch, dass er, in zu grosser Menge genossen, im Magen in Milchsäure verwandelt wird, welche an der Schleimhaut des Schlundes heraufkriecht und sich nun dem Speichel mittheilt. Dass diess in der That der Fall seyn kann, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man am Abend Zucker geniesst; am andern Morgen findet man den Speichel ungewöhnlich sauer, was sich auch durch einen sehr sauren Geschmack ausdrückt. Es kann daher auch überhaupt eine schlechte Verdauung, welche mit starker Säureerzeugung im Magen verbunden ist, dieses Uebel herbeiführen.

Die gewissermaassen entgegengesetzte Krankheit, welche zwar auch den Zähnen selbst gar nicht angehört, ist der sogenannte Weinstein der Zähne. Dieser bildet sich durch das Verdunsten des Wassers des Speichels, kommt daher vorzüglich bei Leuten vor, die sehr viel sprechen, den Mund offen zu halten pflegen, Blasinstrumente spielen u. s. w.; jedoch auch bei solchen Individuen, die durch eine krankhafte Disposition einen Speichel absondern, der sehr viel feste Substanz enthält. Gewöhnlich wird er durch die Bewegung der Lippen, der Zunge, durch Bürsten der Zähne, besonders mit Zahnpulver abgerieben, oft aber häuft er sich in unglaublich grossen Massen an, welche mit Gewalt herausgebrochen werden müssen.

Berzelius fand eine kürzlich herausgebrochene Masse in Salzsäure bis auf Speichelschleim löslich. Wasser zog Speichelstoff daraus aus. Die Zusammensetzung ergab sich folgendermaassen:

Speichelstoff	1,0
Speichelschleim	12,5
Phosphorsaure Erdsalze	79,0
Von Salzsäure aufgelöster thier. Stoff	7,5
	100,0.

Vauquelin und Laugier fanden: 7 Wasser; 13 Speichelschleim; 66 phosphorsaure Kalkerde mit einer Spur von Talkerde; 9 kohlensaure Kalkerde und 5 in Salzsäure lösliche thierische Stoffe. Diese sind natürlich im Speichel enthalten, doch ist die Zusammensetzung der festen Bestandtheile des Speichels eine andere. Es müssen sich die am wenigsten auf-

löslichen Salze niederschlagen, während die anderen fortgeführt werden.

Die Knorpel.

Mit dem Namen Knorpel (Cartilago) bezeichnet man gewöhnlich eine ziemlich grosse Anzahl von organischen Gebilden, welche in ihren physiologischen, anatomischen und chemischen Erscheinungen sich wesentlich von einander unterscheiden. Man kann sie in wahre Knorpel und in Faserknorpel trennen. Manche Anatomen stellen noch eine dritte Klasse, die schwammigen Knorpel auf (Miescher), indessen sind diese von den wahren Knorpeln nicht so wesentlich verschieden, dass sie eine besondere Klasse bilden dürften.

Die wahren Knorpel. Wie die Knochen sind die Knorpel von einer eigenthümlichen, aus Collagen bestehenden Haut, dem Perichondrium (von χονδρός der Knorpel) umgeben, welche mit der Knochenhaut grosse Aehnlichkeit besitzt.

Die Knorpel stellen entweder Verbindungen zweier Knochen mit einander dar, Synchondrosen, oder sie sind gewissermaassen selbst Knochen, welche noch nicht fest geworden sind, indem sich noch keine Kalkerdesalze in ihnen abgesetzt haben. Sie sind dann ganz gleich mit dem Knorpel der Knochen bei dem Foetus und den Kindern, in denen sich erst später Knochenerde ablagert. Sie bleiben auch bei den Erwachsenen frei von Knochenerde, und nehmen diese erst im höheren Alter auf, ungefähr im 40sten Lebensjahre. Dahin gehören z. B. die Rippenknorpel. — In ihrer Structur dem Knorpel des noch nicht verknöcherten Knochens ganz ähnlich, zeigen sie weder Nerven noch Lymphgefässe, wohl aber nach Lauth, Weber u. A. Blutgefässe, welche jedoch nach Sebastian nur durch den Knorpel hindurchgehen, ohne Zweige an ihn selbst abzugeben. Dass er in der That Gefässe enthalte, sieht man sehr leicht, wenn man den Knorpel in kochendem Wasser auflöst; es bleibt sodann ein faseriges Gerinsel zurück, aus den Gefässen gebildet.

Die Structur des Knorpels ist eine ganz ähnliche wie die des Knochenknorpels, und stimmt namentlich genau mit der

überein, welche der Knochenknorpel vor der Verknöcherung zeigt. Bei der beginnenden Verknöcherung bildet sich im Innern eine zellige Höhlung, welche mit rother Flüssigkeit gefüllt ist. Wie aus dem Knochen, kann man auch aus ihm durch Salzsäure die erdigen Bestandtheile ausziehen, man erhält sie aber vollständiger, wenn man den Knorpel einäschert. Die Kohle brennt ungemein schwierig fort, so dass der erdige Gehalt nicht leicht genau bestimmt werden kann.

Fromherz und Gugert haben die Zusammensetzung des Rückstandes untersucht, den sie bei der Einäscherung von 100 Theilen eines im Wasserbade getrockneten falschen Rippenknorpels eines 20jährigen Mannes erhielten. Er betrug 3,402 p. C. und bestand in 100 Theilen aus:

Kohlensaurem Natron	35,068
Schwefelsaurem Natron	24,241
Chlornatrium	8,231
Phosphorsaurem Natron	0,925
Schwefelsaurem Kali	1,200
Kohlensaurem Kalk	18,372
Phosphorsaurem Kalk	4,056
Phosphorsaurer Magnesia	6,908
Eisenoxyd und Verlust	0,999
	100,000.

Berzelius ist der Meinung, dass die Menge des Natrons und der Kalkerde in dieser Asche zu zeigen scheine, dass die organische Substanz mit den Basen in der That chemisch verbunden sey, weil, wenn das Natron nur aus der Flüssigkeit, welche sie eingeschlossen enthält, herrührte, nicht die Menge des Kochsalzes so bedeutend übersteigen würde. Auch hier hat sich offenbar die Schwefelsäure aus der Verbrennung des Schwefels der organischen Substanz gebildet.

Diese Chemiker fanden bei einer Untersuchung desselben Knorpels bei einer 65 jährigen Frau eben diese Stoffe, jedoch in geringerer Menge, und namentlich mehr phosphorsaure, als kohlensaure Kalkerde. Zuweilen widerstehen die Knorpel ausserordentlich der Verknöcherung, und namentlich sind es Rippenknorpel, die man nicht ganz selten ohne Ver-

knöcherung bei alten Leuten findet. Keil fand bei einem 120 Jahre alten Mann, und Harvey bei einem 150 Jahre alten diese nicht knöchern. Oder sollten sie vielleicht ihre erdigen Bestandtheile wieder abgegeben haben? Vergleichende Versuche in dieser Beziehung würden viel Interesse darbieten.

Zieht man den zerhackten Knorpel mit kaltem Wasser aus, so erhält man eine ähnliche Flüssigkeit wie aus dem Marke und dem Fleische, welche jedoch keinen Farbstoff des Blutes enthält. Die zurückbleibende organische Masse scheint dem Collagen sehr ähnlich, ist indessen wesentlich davon verschieden. Allen hielt den Knorpel für identisch mit Collagen, da ihn aber andere Personen schwerer oder gar nicht auflöslich fanden, so glaubten sie ihn, wie Hatchett, John Davy, für geronnenes, also in kochendem Wasser unlösliches Eiweiss halten zu müssen.

Der Faserknorpel verwandelt sich in der That weder in Leim, noch in eine diesem ähnliche Substanz; aber die wahren Knorpel können durch 12—48 stündiges Kochen in eine leimähnliche Verbindung umgewandelt werden, welche von Joh. Müller zuerst bemerkt und von ihm Chondrin genannt worden ist Ich benenne daher das Gewebe, welches der Chondrin liefern kann, entsprechend dem Namen Collagen, mit dem Namen Chondrigen.

Bei dem Kochen, werden Kehlkopfknorpel, der Rippen- und Gelenkknorpel fast vollständig aufgelöst, und geben eingedampft eine ziemlich farblose Masse, welche gesteht wie Gelée. Getrocknet ist das Chondrin weniger gefärbt als Tischlerleim. Wesentlich unterscheidet es sich von diesem dadurch, dass seine Auflösung durch schwefelsaure Thonerde, Alaun, Essigsäure, essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Bleioxyd gefällt wird, während diese Substanzen auf den gewöhnlichen Leim nicht reagiren. Die Niederschläge mit den beiden Thonerdesalzen sind am reichlichsten, und bilden grosse, dichte, weisse Flocken, welche leicht zusammenbacken. Die zurückbleibende Flüssigkeit enthält dann nichts Gelatinirendes mehr. Die Essigsäure bringt eine milchige Färbung hervor, indem der Niederschlag sehr fein vertheilt ist. Essigsaures Bleioxyd

und schwefelsaures Eisenoxyd erzeugen einen flockigen Niederschlag. Es gehört nur wenig Thonerde dazu um allen Leim auszufällen. In der Flüssigkeit findet sich nur noch ein Minimum thierischer Materie; ein Beweis, dass das Chondrin die Ursache des Gelatinirens des Extracts vorgenannter Knorpel ist, und nicht etwa als eine zweite Materie neben dem gewöhnlichen Leim vorhanden ist. Der Niederschlag von Essigsäure wird von mehr Essigsäure nicht wieder aufgelöst, wohl aber, wenn die Säure durch kohlensaures Kali neutralisirt wird. Die Niederschläge von Alaun, schwefelsaurer Thonerde und Essigsäure werden von wenig zugesetztem essigsaurem Kali, Natron oder Chlornatrium nicht wieder aufgelöst wohl aber von einer grossen Menge derselben. Der Niederschlag von essigsaurem Bleioxyd löst sich nicht im Ueberschuss des Fällungsmittels, wohl aber der durch Alaun hervorgebrachte Niederschlag. Chlorwasserstoff, in höchst kleiner Menge zugesetzt, fällt den Knorpelleim. Ein wenig mehr klärt die Lösung wieder. Diese Verhältnisse können so erklärt werden, dass sich die Körper mit dem Chondrin in zwei Verhältnissen verbinden, von denen das eine mit demselben im Maximum schwer, das andere mit dem Chondrin im Minimum leicht löslich im Wasser ist. Die Auflösung des Chondrins in Salzsäure wird durch Kaliumeisencyanid nicht niedergeschlagen. Kali schlägt aus den Auflösungen des Chondrins keine phosphorsaure Kalkerde nieder, also löst dieser Stoff dieses Salz wahrscheinlich nicht so auf, wie es der Leim thut. Gegen Weingeist verhält sich das Chondrin wie der Leim; ebenso gegen Chlor und Quecksilberchlorid.

Die einzige Substanz, die ausser dem Chondrin durch Essigsäure gefällt wird, ist der Käsestoff; doch wird die salzsaure Auflösung dieses letztern durch Kaliumeisencyanid niedergeschlagen, was bei Chondrin nicht stattfindet; und der Niederschlag des Käsestoffs von Essigsäure ist in überschüssiger Säure auflöslich.

Die Zusammensetzung des Chondrins ist von Mulder untersucht worden. Er fand darin Schwefel, und zwar: $C_{320}\ H_{520}\ N_{80}\ O_{140}\ S_1$ oder

$$\begin{aligned} C_{320} &= 49{,}93 \\ H_{520} &= 6{,}61 \\ N_{80} &= 14{,}47 \\ O_{140} &= 28{,}58 \\ S_{1} &= 0{,}41 \\ \hline & \quad 100{,}00. \end{aligned}$$

Das Atomgewicht würde dabei auf 48987 zu stehen kommen, eine Zahl, deren Grösse uns freilich im ersten Augenblicke überraschen muss. Ich erinnere jedoch daran, was p. 50 darüber gesagt worden ist, und verweise namentlich auf dasjenige, was ich unten bei dem Faserstoff, dem Eiweissstoff und vorzüglich bei dem Proteïn anführen werde. Hier will ich nur noch hinzufügen, dass man die Verbindung betrachten muss als bestehend aus: 10 (C_{32} H_{52} N_8 O_{14}) + S.

Es ist nicht sehr wahrscheinlich, dass wir die Verbindung C_{32} H_{52} N_8 O_{14} als eine einfache anzusehen haben, wir können sie vielleicht mit Recht als eine gleichfalls zusammengesetzte betrachten, etwa als eine aus Leim und einer andern organischen Verbindung bestehend: z. B. 2 (C_{13} H_{20} N_4 O_5) + C_6 H_{12} O_4. Dass das Chondrin mit dem Leime in einer gewissen Verwandtschaft steht, sieht man sehr leicht daraus, dass es unter denselben Umständen dieselben Zersetzungsprodukte, Leucin und Leimzucker liefert. Das Atomgewicht des Chondrins suchte Mulder noch durch die Verbindung desselben mit dem schwefelsauren Eisenoxyd zu bestätigen. Er fand diese zusammengesetzt aus:

$$1 \text{ At. Chondrin} + 2 \text{ At. } \dddot{Fe}_2 \dddot{S}_3$$

oder aus 87,59 Chondrin, 6,81 Eisenoxyd, 5,60 Schwefelsäure.

Ueber die Art und Weise, wie das Chondrin sich in Leim verwandeln kann, haben wir bis jetzt keine Erfahrungen. Diese Umwandlung findet eigentlich schon im Chondrigen statt, und wird merkwürdiger Weise durch den Absatz von Knochenerde bewirkt. Die nicht permanenten Knorpel geben vor der Verknöcherung Chondrin, nach der Verknöcherung Leim. Bei der Osteomalacie, der Rhachitis erhält man, nach der krankhaften Entfernung der Knochenerde, keinen Leim, zwar auch kein

Chondrin, aber eine diesem sich nähernde Verbindung. Aus den Knochen eines Foetus einer Extrauterinärschwangerschaft, welcher über 1 Jahr alt war, erhielt ich Chondrin, während die Knochen bei einem 3 Monate alten Kinde Leim geben.

Wie weit das Vorkommen des Chondrins verbreitet ist, namentlich in pathologischen Zuständen, wissen wir noch nicht. Beim Enchondrom tritt es nach Joh. Müller auf; bei Verknöcherungen von Organen, in denen sich sonst keine Knochenerde abzusetzen pflegt, fand ich es, wenn nur wenig Knochenerde sich darin befand. Die Kenntniss der näheren Verhältnisse, unter denen die Verbindung entsteht, und unter welchen sie in Leim übergeht, würden uns gewiss über eine Menge von noch unbekannten Erscheinungen aufklären, so dass dies ein Gegenstand verdienstlicher Forschungen seyn würde.

Ich habe oben p. 98 der Substanz erwähnt, welche Chevreul zuerst in den Knorpelfischen an der Stelle des Collagens aufgefunden hat. Sie ist von mehreren Chemikern und Physiologen später mit dem Schleim und dem Eiweiss verwechselt worden. Sie gehört indessen bei Weitem mehr dem Chondrigen an, ohne mit diesem vollständig übereinzustimmen.

Die Faserknorpel. Die Ausdehnung dieser Gewebe ist nur sehr beschränkt; es gehören namentlich die Knorpel dazu, welche die Gelenkköpfe der Knochen überziehen; sie finden sich im Nasenknorpel, in denen des Ohrs, der Augenlieder, der Luftröhre. In chemischer Beziehung unterscheiden sie sich gänzlich von den gewöhnlichen Knorpeln, und namentlich dadurch, dass sie auch nach anhaltendem Kochen nicht verändert werden. Sie verwandeln sich nicht in Leim, sondern geben nur wenig davon, wahrscheinlich aber nur in Folge einer kleinen Quantität Collagen, welches sie enthalten; sie selbst bleiben fest und undurchsichtig. Ihr chemisches Verhalten ist fast ganz unbekannt.

Gelenke und Bänder.

Die Verbindung der Knochen wird durch die Gelenke hervorgebracht, in denen sie, durch die Faserknorpel überzogen,

mit glatten Oberflächen auf einander stossen, und durch die Ligamente oder Bänder zusammengehalten werden. Das Innere der Gelenkhöhlen ist mit einer serösen Haut ausgekleidet, der Synovialhaut, welche eine schlüpfrige Flüssigkeit absondert, die sogenannte Gelenkschmiere, Synovia.

Margueron hat diese Substanz näher untersucht; es scheint jedoch, dass er wenigstens eine bedeutende Menge Lymphe darin gehabt hat, so dass ich seine Resultate übergehen kann. Ausser von Margueron ist sie noch von Lassaigne und Boissel untersucht worden, welche fanden, dass sie nicht freiwillig coagulirt, sondern eine alkalische, Eiweisshaltige Flüssigkeit sey, ganz ähnlich einer concentrirten serösen Flüssigkeit. Im Kochen gerinnt sie daher. John hat die Gelenkschmiere eines Pferdes untersucht, und 92,8 Wasser, 6,2 Eiweiss, 0,75 extractartige Substanzen, Kochsalz, kohlensaures Natron und phosphorsauren Kalk gefunden. In Krankheiten kann das Eiweiss von selbst coaguliren, und soll dann freie Säure enthalten. Vauquelin fand die Schmiere des Elephanten ähnlich wie die des Pferdes.

Eine der Gelenkschmiere ähnliche Flüssigkeit findet sich in den eigenthümlichen Höhlungen, welche die Rückenwirbel der Fische bilden. Brande hat die vom Hay untersucht. (Bei den Knorpelfischen sind diese Höhlungen am grössten.) Sie besass ein sp. G. von 1,027, roch und schmeckte thranig, und war weder eiweiss- noch leimhaltig, sondern sehr schleimähnlich; vielleicht in gewisser Uebereinstimmung mit dem Chondrin.

Von den Bändern sind diejenigen, welche einen starken Widerstand leisten müssen, aus Collagen zusammengesetzt, indem die anderen elastischen Bänder im Kochen nur eine geringe Menge Leim liefern, offenbar von etwas Zellgewebe herrührend, mit dem sie durchwebt sind. Von dieser Beschaffenheit sind z. B. die Ligamenta flava der Rückenwirbel.

Ueber das Verhalten dieser zu den Reagentien hat Berzelius Versuche angestellt, welche ich hier anführen will. Schwefel-, Salpeter- und Chlorwasserstoffsäure lösen sie in der Kälte langsam auf, rascher in verdünntem Zustande und in der Wärme, und die mit Wasser verdünnten Lösungen werden

nicht durch Alkalien, Cyaneisenkalium, wohl aber durch Gerbsäure gefällt. Wird die salzsaure Lösung mit Ammoniak gesättigt und zur Trockne verdunstet, so bleibt ein in Wasser und Alkohol löslicher Rückstand. Der gerbsaure Niederschlag ist gleichfalls darin meist auflöslich. Auch in kaustischen Alkalien sind die Substanzen löslich; die Flüssigkeit wird durch Essigsäure fast gar nicht gefällt; die dadurch gesättigte Auflösung verhält sich wie die neutralisirte Salzsäure.

Die faserige Haut der Arterien stimmt vollständig mit diesem Verhalten überein.

Ich habe jetzt die Bestandtheile des Organismus beschrieben, die als Stütze für die weichen Theile desselben dienen, welche selbst nicht wesentlich zur Erhaltung des Organismus nothwendig sind, sondern vielmehr von ihm nur erhalten werden, um ihm Schutz gegen äussere Eindrücke zu gewähren. Es ist daher auch nicht nothwendig, dass die Lage und die Structur des Knochensystems und der andern dahin gehörenden Gewebe bei allen Thieren gleich sey, während wir bei den zum Leben wirklich wesentlichen Organen eine bei Weitem grössere Uebereinstimmung antreffen.

Die Muskeln mit den darin befindlichen Geweben, Gefässen und deren Flüssigkeiten.

Unter den weichen Theilen des thierischen Organismus, welche nicht dazu dienen, die Knochen mit einander zu verbinden, haben die Muskeln, welche zum Theil dem Skelett, zum Theil den Eingeweiden angehören, eine besondere Bedeutung, welche noch dadurch vermehrt wird, dass sie von Gefässen durchzogen sind, welche in einer so unzertrennlichen Beziehung zu diesen stehen, dass ihre Betrachtung nothwendiger Weise an ein und demselben Orte erfolgen muss. Die Venen, Arterien und Lymphgefässe finden wir in der innigsten Vereinigung mit dem Fleische, so dass nur die feinste Anatomie diese Gewebe von einander zu trennen vermag, und dasselbe findet Statt bei den Nerven. Von diesen werden wir

jedoch an einer besondern Stelle sprechen, da wir ein wichtiges Centralorgan desselben, das Gehirn zu betrachten haben, welches in jeder Beziehung der Structur und den Eigenschaften der Muskeln fremd ist; was bei den Gefässen nicht der Fall ist, da diese von einem Muskel, dem Herzen, ausgehend, schon in dieser Beziehung sich diesem Gewebe nähern. Auch die in den Gefässen auftretenden Flüssigkeiten dürfen wir nur hier näher betrachten, wenn sie gleich physiologisch und anatomisch einen durchaus andern Platz einnehmen würden.

Die Muskeln.

Während sich bei der Untersuchung der Knochen den Chemikern keine bedeutenden Schwierigkeiten entgegenstellen, wir daher auch ziemlich genau von der Zusammensetzung und den Eigenschaften ihrer Bestandtheile unterrichtet sind, treffen wir bei der chemischen Untersuchung der Muskeln auf viel grössere Hindernisse, welche man bis jetzt noch nicht zu beseitigen im Stande war. Wir bemühen uns vergeblich, die den Muskel constituirenden einzelnen Bestandtheile von einander zu trennen, so dass wir stets eine grosse Menge von Verbindungen vor uns haben, deren chemische Eigenschaften zusammengefasst wir wohl kennen, ohne hieraus einen Schluss auf die der nähern Elemente machen zu dürfen. Da wir indessen an andern Orten diese einzelnen Bestandtheile gesondert auftreten sehen, oder sie dort mit Leichtigkeit von andern scheiden können, so kann es hier nur unsere Aufgabe sein, den Muskel so zu betrachten, wie er als Complex von verschiedenartigen Geweben und Flüssigkeiten von der Natur selbst uns dargestellt wird. Wir wollen uns daher nicht auf eine Trennung des die Muskelfasern namentlich constituirenden Faserstoffs, des dieselbe umgebenden Zell- oder Bindegewebes, der Nervenscheiden mit Nervensubstanz angefüllt, der Arterien, Venen und Lymphgefässen mit ihren eigenthümlichen Flüssigkeiten einlassen, deren besondere Eigenschaften wir an andern Orten ausführlich werden kennen lernen.

Bei den höhern Thieren umgeben die Muskeln die Knochen,

und bedecken sie, indem sie zu ihrer Bewegung dienen; andere sind den Eingeweiden beigegeben, um auch deren Bewegung, willkührliche und unwillkührliche, hervorzubringen; diese zeigen gewöhnlich, wie schon die Schliessmuskeln, des Afters, des Mundes u. s. w. wie auch das Herz, eine ringförmige Structur, während die dem Knochen angehefteten Muskeln meist eine der Richtung des Knochens entsprechende Längenstructur wahrnehmen lassen. Untersucht man den ganzen Muskel genau anatomisch, so findet man ihn aus einer Anzahl von Bündeln bestehend, welche von einer Haut scheidenartig eingeschlossen sind; diese Bündel lassen sich in kleinen Bündelparthieen abscheiden, welche gleichfalls eine solche Scheide umschliesst, in denen man von Neuem wieder neue kleine Bündel zu entdecken vermag. Die letzten Fasern, welche man abscheiden kann, und welche die eigentliche Muskelfaser, die Primitivfaser darstellen, zeigen sich bei der mikroskopischen Untersuchung gewöhnlich als eine Reihe von perlschnurartig an einander gehefteten Kügelchen, für welche auch Home, Dumas und Prévost sie erklärten. Ihr Durchmesser würde $\frac{1}{2000}$ Linie betragen; indessen sind sie in der That cylindrisch gebildet, und viel dünner als jene Beobachter angeben. Nach Jacquemin, Skey und Valentin befindet sich im Innern dieser Fasern ein hohler Raum, welcher mit einer gallertartigen Masse angefüllt, und von den Muskelfäden umgeben ist. Die Muskelfasern erscheinen gelblichroth, während die meisten Muskeln, namentlich die der warmblütigen Thiere, eine mehr oder weniger dunkelrothe Farbe besitzen. Diese rührt jedoch nur von der ausserordentlichen Menge fein vertheilter Blutgefässe her, welche die Muskelsubstanz durchweben. Einige Physiologen glauben, die Farbe sei der Muskelfaser eigenthümlich, da die Capillargefässe sich überall ziemlich gleich verhalten, bei manchen Thieren indessen, den Fischen, das Fleisch schwach roth gefärbt ist, und bei dem Birkhuhn z. B. rothe und bleiche Schichten mit einander abwechseln (Henle). Bichat suchte dies noch mehr dadurch zu erweisen, dass er fand, die Farbe der Muskeln durch Erstickung getödteter Thiere sei nicht dunkeler gefärbt, als die anders getödteter Thiere,

obwohl die Arterien doch kurz vor dem Tode einige Augenblicke dunkles Venenblut führten, daher auch die feinsten das Fleisch durchsetzenden Arterien hierbei venöses Blut führen, und dies dadurch dunkler gefärbt erscheinen müsse. Damit indessen diese Reaction eintreten solle, würde offenbar eine zu lange Zeit erfordert.

Die Versuche, welche ich angestellt habe, zeigten mir immer in diesem Farbstoffe die Eigenschaften des Blutrothes, welches schwer aus den Capillargefässen zu entfernen ist. An der Luft wird derselbe heller, durch Schwefelwasserstoff dunkeler, und auch das Verhalten gegen Chlor ist das, welches das Blutroth zeigt. Gruithuisen sah zwar ganz ausgewaschenen, weissen Faserstoff des Bluts nach einiger Zeit von selbst wieder roth werden, wie auch Schwann das bleiche Fleisch des Karpfen bei der Maceration in der Kälte stark sich röthen sah, woraus Henle schliesst, es sei dies eine Eigenthümlichkeit des Faserstoffs selbst, oder eines besonders mit ihm verbundenen Farbstoffs; jedoch in einem dem Gruithuisen'schen ganz ähnlichen Falle mit Muskelfaserstoff fand ich durch Chlor noch deutlich das Blutroth auf; und als so lange das Auswaschen und Auspressen fortgesetzt war, dass Chlor diese Reaction nicht mehr zeigte, trat auch diese Röthung nicht mehr ein. Es ist jedoch möglich, dass der Blutfarbstoff mit dem Faserstoff der Muskeln eine eigenthümlich gefärbte Verbindung liefert, welche nicht nur nach den verschiedenen Thieren wechselt, woher die einen helles, die andern dunkles Fleisch besitzen, sondern welche selbst in einem und demselben Thiere oft sehr differirt, so z. B. bei den hühnerartigen Vögeln, aber namentlich bei Fischen, und besonders bei Karpfen, welche ein weisses Fleisch besitzen, das jedoch an der untern Bauchseite eine ausserordentlich lebhafte Röthung zeigt.

In physikalischer Beziehung zeigen die Muskeln eine höchst merkwürdige Eigenschaft; sie sind nämlich contractil oder irritabel. Die Fähigkeit sich zusammenzuziehen, kommt ihnen nur zu, so lange sie leben, oder nur kurz nach dem Tode des Thieres oder ihrer Entfernung aus dem lebenden Thiere,

wo freilich die Reizbarkeit bei dem einen Thiere viel länger anhält als bei dem andern, so dass wir diese Erscheinung nicht als eine physikalische der Muskelsubstanz betrachten dürfen, sondern als eine rein vitale, welche die fibrösen Häute und die granulirten Fasern der Gefässhaut mit ihnen theilen. Diese Irritabilität ist jedoch eigentlich eine Erscheinung, welche durch den Einfluss der Nerven erzeugt wird, und welche die Muskeln nur zeigen, in sofern sie Nervenäste enthalten; daher sah Valentin Muskelsubstanz von Fröschen nur in dem Falle unter dem Mikroskop durch Galvanismus afficirt werden, wenn noch Nervenfasern darin zu bemerken waren; daher sehen wir, dass alle die Nerventhätigkeit vernichtenden Substanzen auch den Muskeln die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, rauben. Auch finden wir z. B. das Fleisch von Thieren, die in irrespirabeln Gasarten erstickt sind, fast völlig unempfindgegen den Galvanismus. Nysten schon stellte diese Versuche an, welche später von mehreren andern wiederholt und durch eine Anzahl von Versuchen von mir bestätigt sind. Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Wasserstoffgas, schweflige Säure, besitzen diesen Einfluss; ich fand von gleicher, vielleicht noch stärkerer Wirkung das Chlor, die salpetrige Säure, Chlorwasserstoff und Ammoniak. Im Sauerstoffgase bleiben die Muskeln, wie auch schon in atmosphärischer Luft, länger contractil, was ich auch namentlich bei dem Stickstoffoxydul fand, dem sogenannten Lustgas, dessen merkwürdigen Einfluss auf den thierischen Körper ich beim Athmen erwähnen werde.

Als einen Beweis gegen die Ansicht, die Irritabilität der Muskeln hänge von den Nerven ab, hat man angeführt, dass die chemischen Reize, auf die Muskeln unmittelbar applicirt, energischer wirken, als wenn sie auf den Nerven angebracht werden; dies rührt jedoch davon her, dass der Nerv schwerer von der chemischen Substanz durchdrungen wird, als der Muskel und seine feinen Nervenästchen.

Man hat oft angenommen, die Contraction der Muskeln sei mit einer wirklichen Verdichtung verbunden, etwa, als ob man einen elastischen Körper stark zusammenpresste, jedoch sind dagegen die Versuche von Carlisle, Blanc, Barze-

lotti, Prévost und Dumas, und Erman, obgleich die letzteren für eine sehr geringe Contraction sprechen. Ich habe diese Versuche daher wiederholt, indem ich, ganz ähnlich wie Erman, einen enthaupteten Aal, der unter Wasser getödtet, geöffnet und von Eingeweiden befreit war, mit zwei Drähten verband, davon einer das Rückenmark, und der andere das Muskelfleisch berührte. Das Thier wurde gar nicht an die Luft gebracht, sondern in einen Kolben, der mit ausgekochtem und im luftleeren Raume erkaltetem Wasser angefüllt war. Dieser wurde mit einem durchbohrten Korke verschlossen, durch welchen zwei Platindrähte luftdicht gingen, die an dem einen innen befindlichen Ende in Oesen umgebogen waren, so dass mit Leichtigkeit die Leitungsdrähte von dem Thiere damit verbunden werden konnten. Durch die Oeffnung des Korks ging eine enge Glasröhre, welche gleichfalls mit Wasser angefüllt war. Ehe der Versuch begann, wurde der Apparat unter die Glocke einer sehr gut evacuirenden Luftpumpe gesetzt, und die Luft stark ausgepumpt. Es entwickelten sich keine Gasblasen aus dem Thiere, oder wenigstens so ausserordentlich wenige, dass ich annehmen konnte, es sei Gas, welches in den Flüssigkeiten des Thieres enthalten sei (verl. p. 26.). Das Auspumpen wurde so lange fortgesetzt, bis keine Gasblasen mehr erschienen, und nun ein elektrischer Strom durch die Leitungsdrähte geführt. Die Contraction des ziemlich grossen Thiers fand lebhaft statt, aber ohne dass das Wasser in den Röhren eine sehr bemerkbare Niveauveränderung zeigte. Sie bestand nämlich im Sinken der Flüssigkeit um $\frac{1}{10}$ Cubikcentimeter, während das Thier selbst einen Raum von 135 Cubikcentimetern einnahm; die Raumveränderung betrug also nur $\frac{1}{1350}$ des ganzen Thieres, was gewiss daher rührte, dass geringe Quantitäten Gasarten im Innern noch comprimirt wurden. Denn als der Versuch ohne dieses Auspumpen angestellt wurde, betrug die Contraction $\frac{1}{800}$, und bei einem andern Versuche $\frac{1}{560}$. Uebrigens darf die Manipulation bei diesem Versuche nicht zu lange aufhalten, indem das Wasser die Muskelreizbarkeit sehr verringert, eine Erscheinung, welche Nasse und Stannius gleichfalls wahrgenommen haben.

Die anatomische Wichtigkeit der Muskeln zog auch bald die Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich, welche durch die Bedeutung des Fleisches, als des hauptsächlichsten Nahrungsmittels, noch mehr erhöht werden musste. Die ersten Versuche der Chemiker richteten sich auch namentlich auf die Eigenschaften des Fleisches als Nahrungsmittel, und Geoffroy finden wir schon 1699 damit beschäftigt, durch Versuche auszumitteln, wieviel Wasser in dem Fleische enthalten sei, wieviel auflösliche Stoffe durch Kochen daraus entfernt werden können, wie sich dies Verhältniss bei den verschiedenen Fleischsorten modificire.

Weiter als Geoffroy, der, wie man sieht, nur die Anwendung des Fleisches als Nahrungsmittel im Auge hatte, ging Thouvenel, welcher sich zuerst bemühte, die verschiedenen Substanzen von einander zu trennen, welche im Fleische enthalten sind, Versuche, welche Fourcroy weiter ausdehnte.

Im Jahre 1807 endlich stellte Berzelius eine sehr gründliche Untersuchung über die Zusammensetzung des Rindfleisches an, welche er in seinem Werke: Föreläsningar i Djurkemien, II. Del. 173. 1808 publicirte; hierin sind eine grosse Anzahl von Beobachtungen niedergelegt, so dass wir sie als die Basis unserer Kenntnisse über desen Gegenstand betrachten können, welche durch Thénard, Braconnot, Chevreul u. A. vermehrt wurden.

Das frische Fleisch, im Wasserbade getrocknet, verliert ungefähr 77$\frac{0}{0}$ Wasser. Diese Menge ist jedoch schwankend, nach dem Theile, welchem das Fleisch entnommen ist, nach dem Gesundkeitszustande und dem Alter des Thieres. Aus dem sehr welken Muskelfleische des Oberarmes eines rhachitisch verstorbenen Kindes habe ich 78$\frac{0}{0}$, und dem des Oberschenkels 78,5$\frac{0}{0}$ Wasser erhalten. Wenn frisches Fleisch fein zerhackt, mit kaltem Wasser stark ausgewaschen und ausgepresst wird, bis dieses nicht mehr gefärbt abläuft, so findet man den Rückstand nur noch 17,7$\frac{0}{0}$ betragend, welcher aus Fleischfasern, Zellgewebe und deren Gefässen und Nerven besteht; 1,9$\frac{0}{0}$ sind davon Zellgewebe (Berzelius). Ausser den organischen Bestandtheilen enthält das Fleisch natürlich auch

anorganische Salze, welche sich meist in dem kalten Wasser mit auflösen, jedoch beim Einäschern, wiewohl in oft veränderter Form, erhalten werden können. Die Menge derselben ist sehr gering, und beträgt im frischen Fleische kaum zwei Procent, welche aus Chlorkalium, Chlornatrium, phosphorsaurem Natron und phosphorsaurem Kalk bestehn, und aus diesen Basen, welche an Milchsäure gebunden sind. Auch diese sind jedoch veränderlich; so fand Hatchett z. B., dass Ochsenfleisch viel mehr Kalksalze hinterliesse, als das Kalbfleisch. Uebrigens ist zu bemerken, dass die milchsauren Salze durch Einäscherung in kohlensaure verwandelt werden. Es fragt sich hierbei, ob diese anorganischen Bestandtheile mit der Muskelsubstanz chemisch verbunden seien, oder ob sie nur in den Säften zurückgehalten werden, welche in den das Fleisch durchziehenden Geweben enthalten sind. Dass der grössere Theil von ihnen, und namentlich die milchsauren Salze, nebst dem Chlorkalium und Chlornatrium aus diesen herrühren, ist gewiss, jedoch scheint ein Theil der Asche, und namentlich die phosphorsaure Kalkerde, eine chemische Verbindung mit den eigentlichen Fasern darzustellen, wie wir dies sogleich bei dem Faserstoffe überhaupt sehen werden.

Wird der kalt ausgewaschene Rückstand des Fleisches mit Wasser ausgekocht, so bekommt man eine Flüssigkeit, welche verschiedene Substanzen aufgelöst enthält, die ihr Geschmack und Geruch ertheilen. Das aus Collagen bestehende Zellgewebe verwandelt sich in Leim, von dem Faserstoff ist ein Theil aufgelöst worden, während ein anderer Theil im veränderten Zustande zurückbleibt. Die Menge desselben beträgt nach hinreichend langem Auskochen 6%, schwankt jedoch nach den verschiedenen Fleischarten.

Brande, welcher hierüber einige Versuche angestellt hat, fand:

	Wasser	Unlösl. Rückstd.	Auflösl. Bstdth.
Rind	74	6	20
Kalb	75	6	19
Hammel	71	7	22
Schwein	76	5	19.

Dabei sondert sich immer noch eine geringe Quantität Fett ab, wenn man das Fleisch auch vorher sorgfältig mit Aether ausgezogen hat. Dieser kann nicht immer so vollständig eindringen, dass nicht noch etwas Fett zurückbliebe.

Presst man das frische Fleisch sehr stark aus, so fliesst eine röthliche Flüssigkeit aus, welche nicht die Eigenschaft besitzt zu gerinnen, also keinen Faserstoff aufgelöst enthält; sie zeigt vielmehr fast vollständig das Verhalten des Blutwassers. Es ist sehr wahrscheinlich, dass aller Faserstoff, der in den im Fleische befindlichen Flüssigkeiten enthalten ist, sich im geronnenen Zustande schon befindet, wenigstens wenn das Fleisch schon einige Zeit gelegen hat. Fr. Simon fand, dass wenn man noch warmes Schweinefleisch (mit Wasser angerührt) stark auspresste, die klare Flüssigkeit nach einiger Zeit ein Gerinnsel von Faserstoff absetzte. Diese Beobachtung, welche vorauszusehen war, kann ich nach eigenen Versuchen bestätigen; ich presste indessen das Fleisch, gleichfalls noch warm vom frisch geschlachteten Thiere, zwischen einer starken Wasserpresse, und erhielt, ohne es mit Wasser angerührt zu haben, eine Faserstoff absetzende Flüssigkeit. Da bekanntlich der Faserstoff im aufgelösten Zustande, wie er im Blute vorhanden ist, die Eigenschaft besitzt, nach dem Tode des Thieres, oder nach der Trennung des Bluts aus dem lebenden Körper zu gerinnen, so sondert er sich in den Gefässen des Fleisches ebenfalls unlöslich nach einiger Zeit ab, und man erhält eine faserstofffreie Flüssigkeit, wenn man einige Zeit mit dem Pressen zögert. Es ist keinesweges etwa die grosse Verwandtschaft des Fleisches zum Blutfaserstoff, welche diesen sogleich dem Fleische zu Muskelsubstanz assimilirte. Dass indessen eine lebhafte Reaction zwischen Muskel und Blut statt findet, und der Muskel ohne starken Blutzufluss nicht existiren kann, zeigen die grosse Menge Blutgefässe in den Muskeln kräftiger Menschen, welche bei den durch Uebung gekräftigten und hypertrophisch gewordenen Muskeln noch mehr zunehmen, ferner die Lähmung der Muskeln, denen man den Blutzufluss abschneidet, wovon man schon täglich die Erfahrung machen kann, wenn man durch eine zu feste Kleidung

den Rückfluss des Venenbluts, und dadurch auch den Zufluss des Arterienbluts hemmt. In diesem Falle tritt viel schneller Ermüdung ein, weshalb Fussreisende, marschirende Militäre nie knapp angezogen sein dürfen.

Die Analyse des Fleisches bietet eine Anzahl von Stoffen dar, welche eine nähere Betrachtung erfordern, da sie z. Th. in dem thierischen Organismus sehr verbreitet sind, und auch namentlich häufig als Nahrungsmittel dienen; ich werde daher zuerst die Zahlenresultate anführen, welche bei der Zerlegung des Fleisches erhalten sind, und daran die Bemerkungen knüpfen, welche hier von Interesse sind. Berzelius und Braconnot stellten, unabhängig von einander (Berzelius 15 Jahre früher), Analysen von Ochsenfleisch an, zu denen jener gewöhnliches Fleisch, Braconnot aber das Ochsenherz wählte. Ausserdem hat Schlossberger eine Anzahl Analysen geliefert. Ich selbst habe eine mit Ochsenfleisch und eine mit Menschenfleisch ausgeführt.

Die Resultate der verschiedenen Analysen sind hier zusammengestellt:

I. Ochsenfleisch.

	Berzelius.	Braconnot.	Schlossberger.	Marchand.
In kaltem Wasser unlösl. Stoffe	17,70	18.18	17,50	18,00
Lösliches Eiweiss und Farbstoff	2,20	2,70	2,20	2,50
Alkoholextract mit Salzen	1,80	1,94	1,50	1,70
Wasserextract mit Salzen	1,05	1,15	1,30	1,10
Eiweisshaltiger phosphors. Kalk	0,08	—	Spur.	0,10
Wasser und Verlust	77,17	77,03	77,5	76,60
	100,00	100,00	100,0	100,00

II. Verschiedene Fleischarten.

	Schlossberger.							
	Kalb.		Schwein.	Reh.	Taube.	Junges Huhn.	Karpfen.	Forelle.
In kalt. Wass. unlösliche Stoffe	15,0	16,2	16,8	18,0	17,0	16,5	12,0	11,1
Lösliches Eiweiss mit Farbstoff	3,2	2,6	2,4	2,3	4,5	3,0	5,2	4,4
Alkoholextract mit Salzen	1,1	1,4	1,7	2,4	1,0	1,4	1,0	1,6
Wasserextract mit Salzen	1,0	1,6	0,8		1,5	1,2	1,7	0,2
Eiweisshalt. phosphorsaurer Kalk	0,1	Spur.	Spur.	0,4	—	0,6	—	2,2
Wasser u. Verlust	79,7	78,2	78,3	76,9	76,0	77,3	80,1	80,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Bei dem Karpfenfleisch ist 5,2% reines Eiweiss; bei dem der Forelle 2,2 der Wasserextract mit dem phosphorsauren Kalk, und 0,2 eine nach dem Abdampfen des Wasserextracts im Wasser unlösliche Substanz.

Nach meiner Analyse enthielt das Fleisch des Menschen:

In kaltem Wasser unlösliche Stoffe	17,00
Lösliches Eiweiss mit Farbstoff	2,30
Alkoholextract mit Salzen	1,60
Wasserextract mit Salzen	1,00
Eiweisshaltigen phosphorsauren Kalk	0,10
Wasser und Verlust	78,00
	100,00.

Das Fleisch war von einer leberkranken Person genommen, und zwar aus dem Oberarm. Ich konnte die Analyse nicht mit Fleisch Hingerichteter, Selbstmörder oder Verunglückter wiederholen; es würde nicht ohne Interesse sein, zu sehen, wie die Zusammensetzung von dem Fleische kranker Personen abweicht, und auch wie dies Fleisch in den verschiedenen Krankheiten zusammengesetzt ist.

Von diesen angeführten Bestandtheilen wollen wir zunächst diejenigen Stoffe betrachten, welche dem Fleische durchaus eigenthümlich sind, und sodann von denen sprechen, welche in andern Substanzen gleichfalls auftreten, indem wir diese andern Substanzen ebenfalls hier sogleich abhandeln werden.

Die Salze der Muskeln sind in dem Extracte enthalten, welcher durch Alkohol und durch Wasser aus ihnen dargestellt worden. Jene werden vorzüglich durch die Salze der Milchsäure gebildet, welche an Kali, Natron, Kalkerde, Magnesia, eine sehr geringe Menge von Ammoniak gebunden ist. Die Eigenschaften dieser Säure werden wir bei der Milch näher kennen lernen. Chlornatrium und Chlorkalium fehlen in diesen Salzen auch nicht, obwohl Braconnot angiebt, nur Kali-, und keine Natronsalze gefunden zu haben, eine Behauptung, welche jedoch auf Täuschung beruht. Gleichwohl ist die Menge der Natronsalze sehr viel geringer, als die der Kalisalze.

Von diesen in Spiritus löslichen Salzen werden Chlorka-

lium und Chlornatrium, und selbst milchsaures Kali und Natron nicht vom absoluten Alkohol gelöst, da diese mit thierischer Substanz verbunden sind, und dadurch ihre Löslichkeit in diesem Vehikel verlieren. Phosphorsaures Natron und phosphorsaure Kalkerde sind unter den in Wasser auflöslichen Salzen hauptsächlich hervortretend, und nur mit Spuren von schwefelsauren Salzen vermischt, welche Berzelius nur in einem Falle deutlich fand, ich jedoch mehreremale bei dem Fleischextract vom Kalbe bemerkt habe. Als hauptsächlichste Salze haben wir die phosphorsauren zu betrachten, und zwar die des Natrons, und besonders der Kalkerde; dies letztere vereinigt sich leicht und innig mit den thierischen Stoffen, sowohl wenn dieselben unlöslich, als wenn sie löslich sind, ist daher gewöhnlich begleitet von diesen, oder begleitet sie selbst, so z. B. das Eiweiss u. a. m. Eine ähnliche Erscheinung fanden wir schon bei diesem Salze in den Knochen, welches selbst zu fremden, vegetabilichen Stoffen eine so besondere Verwandtschaft zeigt, z. B. zu dem rothen Farbstoffe des Krapps (vergl. p. 130.). Diese Neigung der phosphorsauren Kalkerde wird, wie so eben angeführt, von einigen milchsauren Salzen getheilt, und ist von grossem Einflusse auf die Verbreitung dieser Stoffe durch den thierischen Körper, und selbst auf die Aufnahme in denselben. Nicht immer dürfen wir diese, selbst sehr innigen und festen Verbindungen als chemische betrachten, und namentlich nicht immer in diesen angeführten Fällen. Bekanntlich ist eine chemische Verbindung nur eine solche, welche in bestimmten Verhältnissen, die nicht wechseln können, die sie constituirenden Elemente enthält; dies findet hier nicht Statt. Die Vereinigung kommt hier wohl mehr in Folge der merkwürdigen Flächenanziehung gewisser Körper zu Stande, welche so häufig Verbindungen dieser Art hervorzubringen vermag.

Da diese Eigenschaft vieler Körper nicht ohne wesentlichen Einfluss auf einige Erscheinungen im lebenden thierischen Organismus ist, will ich hier diese Gelegenheit benutzen, diesen Punkt etwas weitläufiger auseinander zu setzen. Wir wissen nämlich durch eine grosse Menge von Erscheinungen, dass

die Körper, sowohl die festen als auch die flüssigen und die gasförmigen, sowohl zu einander als auch zu den Körpern im andern Aggregatzustande, eine körperliche (nicht stoffliche oder chemische) Verwandtschaft besitzen, vermöge welcher sie sich fest miteinander verbinden durch Neben- und Aneinanderlegen, ohne sich im Geringsten zu durchdringen. Bekannt ist es, dass diese Erscheinung bei festen Körpern, namentlich mit glatter, polirter Oberfläche vorkommt, und namentlich wenn sie aus gleichen Stoffen bestehen; z. B. haften zwei Bleiplatten, die glatt abgeschnitten uud fest aneinander gepresst sind, mit der grössten Hartnäckigkeit aneinander; wenn man glatt polirte Spiegelscheiben aufeinander legt, und namentlich sie mit Gewichten beschwert, so kann man sie häufig nicht mehr voneinander trennen; sie lassen sich wie eine Scheibe schleifen und spalten. Das Anhaften der Flüssigkeiten an festen Körpern, wie das der Gasarten an denselben, gehört gleichfalls dahin, und bei Körpern, welche eine grosse Oberfläche darbieten, ist dies natürlich am stärksten. Daher finden wir namentlich diese Erscheinung so stark hervortretend bei der Kohle, welche in einem kleinen Raume eine so ausserordentlich grosse Oberfläche zusammengedrängt hat, in Folge ihres zelligen Baues. Es ist bekannt, dass die Kohle mit so ausserordentlicher Kraft Gasarten und Dämpfe zu absorbiren im Stande ist. Bei diesem Körper finden wir aber gleichfalls eine ausserordentlich starke Flächenanziehung für andere Stoffe, welche zum Theil eine mechanische, zum Theil aber auch, wenigstens in gewissen Graden, eine chemische ist.

So sehen wir namentlich die Kohle sich mit den organischen Farbstoffen und Riechstoffen mit der grössten Begierde mechanisch vereinigen; die Kohle weder, noch der Farbestoff, werden dabei im Geringsten verändert; diese Anziehung hat die Kohle auch z. B. zu den meisten Salzen der Kalkerde; sind diese etwa im Brunnenwasser enthalten, so kann man sie durch Filtration durch Kohlenpulver daraus leicht und vollständig entfernen. Diese Wirkungen, von denen so häufig technische Anwendungen gemacht werden, sind der Kohle nicht als Stoff eigen, sondern gehören der Structur derselben an,

daher Graphit und Diamant, beide chemisch reine Kohle, diese Erscheinungen nicht darbieten.

Ganz ähnliche Beobachtungen lassen sich mit einer Menge anderer Stoffe machen. So können wir z. B. gefärbte Pflanzensäfte dadurch häufig fast allein völlig entfärben, wenn wir dieselben mit Bleioxyd verbinden, oder mit Bleioxydsalzen, etwa Bleizucker (essigsaures Bleioxyd) vermischen, und das Blei mit Schwefel zu dem unlöslichen, pulverförmigen Schwefelblei durch Schwefelwasserstoff verbinden. Dieses feine, sich ausscheidende Pulver reisst mechanisch eine grosse Menge des Farbstoffs, der sonst auflöslich ist, mit nieder, und die Flüssigkeit wird entfärbt. Eine ziemlich ähnliche Wirkung zeigt das gerinnende Eiweiss, welches z. Th. zwar die fremden festen Bestandtheile, die in einer Flüssigkeit sich befinden, schwammähnlich zusammenrafft und einschliesst, jedoch auch zum Theil auf jene chemisch-mechanische Weise sich mit den Stoffen verbindet.

Diese Verbindungen, welche die Ursache von so oft sich zeigenden gefärbten Niederschlägen an und für sich farbloser Verbindungen in gefärbten Flüssigkeiten sind, z. B. bei den Bodenabsätzen im Urin, sind innig und fest; sehr oft treten sie uns im lebenden Organismus entgegen, sehr oft sind sie die Mittel, einzelne Stoffe mit Leichtigkeit in dem Körper circuliren zu lassen. Unter den Verbindungen des lebenden Organismus ist es namentlich der Eiweissstoff, Faserstoff und der Käsestoff, welche diese Erscheinung häufig zeigen; die schwierige Befreiung des Fleisches vom Farbstoff des Blutes (p. 149.) bietet hierfür sogleich ein Beispiel dar. Dies ist die Ursache, wesshalb jene genannten Salze des Bluts an und für sich auflöslich, als unlöslich erscheinen, und ist dies unter andern die Ursache, wesshalb die sonst leicht oder doch nicht schwer auflöslichen Salze des Harns sich in Niere und Blase als unlösliche Verbindungen ausscheiden, und dadurch so schwere Krankheiten erzeugen.

Die Stoffe, welche man theils durch Wasser, theils durch Alkohol aus dem Fleische ausziehen kann, sind Gemenge einer grossen Anzahl verschiedener Stoffe, deren chemische Cha-

ractere so unentschieden sind, dass wir sie nicht als besondere chemische Verbindungen betrachten dürfen. Im Gegentheil haben wir sogar die entschiedensten Beweise dafür, dass eine Anzahl einzelner Stoffe darin gemengt sind, welche sich zum Theil von einander trennen lassen, aber nichts desto weniger ebenfalls noch nicht völlig rein sind dargestellt worden.

Verschieden von einander sind in jedem Falle völlig die Stoffe, welche durch Alkohol aus dem Fleische ausgezogen werden können, von denen, welche man durch Wasser daraus ausscheiden kann, und ohne einen besondern Schritt weiter zu thun, wird man auch im Stande sein, noch anders sich verhaltende Verbindungen durch wasser- oder ätherhaltigen Alkohol aus dem Fleische zu erhalten. Wenn wir gleich bis zu diesem Augenblicke, trotz der Bemühungen ausgezeichneter Chemiker, wenig oder gar keine Aufschlüsse über diese ganze Klasse von Stoffen erhalten haben, so ist es doch nicht zu läugnen, dass man durch chemische Untersuchungen selbst auf diesem verwickelten Felde einige Aufschlüsse erhalten könnte, wenn man sich Anfangs vielleicht nur darauf beschränkt, die elementare Zusammensetzung dieser rohen Stoffe (welche man gar nicht als chemische Verbindungen, sondern nur als Gemenge solcher Verbindungen zu betrachten hat), kennen zu lernen, und daraus z. B. einen Schluss zu machen auf die Ernährungsfähigkeit dieser Stoffe, auf die nothwendigen übrigen Zusätze, wenn man sie als Nahrungsmittel zu benutzen sucht.

Bis jetzt wissen wir nicht viel mehr, als dass diese Stoffe durch absoluten Alkohol zum Theil zerlegt werden, dass Quecksilberchlorid einen Theil daraus fällt, während der Rest erst durch essigsaures Bleioxyd gefällt werden kann, oder dass Zinnchlorür noch einen neuen Stoff abscheidet. Ohne Zweifel wird man aus diesen abgeschiedenen Stoffen durch viele Reagenzien noch eine grosse Anzahl von verschiedenen Verbindungen ausscheiden können, deren Auffindung nicht eher einen Werth für uns hat, bis wir nicht auffinden, in wie weit ihre Bildung und Zusammensetzung mit der der Muskelsubstanz zusammenhängt. Einen Fingerzeig für die Durchführung dieser gewiss recht wichtigen Untersuchung müssen wir hier ge-

nügen lassen, und ich erwähne nur, dass Berzelius zuerst die Mittel angab, die complicirten Stoffe in einfachere und nähere Bestandtheile zu zerlegen.

Das Extract, welches man aus dem Fleische durch Alkohol erhält, und welches, wie Berzelius namentlich nachgewiesen hat, ein Gemenge von mehreren verschiedenen Bestandtheilen ist, wurde besonders durch Thénard untersucht, welcher ihm den Namen Osmazom gegeben, den er von ὀσμή und ζωμός, Geruch und Fleischsuppe, ableitet, weil dasselbe einen starken Geruch nach Fleischbrühe besitzt. Die chemischen Charactere dieses Stoffes sind nicht immer gleich, und ich will sie hier selbst nicht einmal angeben, da diese ganze Verbindung nur noch historisch in den Lehrbüchern der Chemie figuriren sollte. Nicht genug, einem solchen Gemenge, aus dem Fleische erhalten, diesen Namen zu geben, es als eine chemische Verbindung zu betrachten, und es zu einem wesentlichen Bestandtheile des thierischen Organismus zu erheben, so ging man selbst so weit, allen Stoffen, welche sich aus thierischen Theilen durch Alkohol ausziehen liessen, diesen Namen beizulegen: besonders wenn ihr Geruch einigermaassem dem der Fleischbrühe ähnlich war. Man fand daher Osmazom im Speichel, dem Blute, dem Magensafte, wo ihn selbst neuere Physiologen, die Anspruch auf den Namen von Chemikern machen, angeben. Der frisch gelassene Urin, welcher so stark nach Bouillon riecht, würde eine grosse Menge Osmazom enthalten. Nicht allein auf die Extracte der Thierstoffe hat man sich beschränkt, in ihnen das Osmazom anzunehmen, sondern auch die Pflanzen sollten diesen Stoff enthalten. So fand Vauquelin in dem Agaricus campestris, theogalus, bulbosus, muscarius, einen dem Fleischosmazom ähnlichen, den er gleichfalls für denselben Stoff erklärte.

Wenn man den Namen Osmazom beibehalten will, so darf man es nur, um damit eine extractartige, in Alkohol lösliche Masse zu bezeichnen, in welcher man ein Gemenge von verschiedenartigen Stoffen annimmt, welche zu trennen und genauer zu characterisiren wir bis jetzt noch ausser Stande sind. Wesentlich in dem sogenannten Fleischosmazom sind natürlich

alle in Alkohol auflöslichen Salze enthalten, und unter diesen vorzüglich milchsaure Salze. Harnstoff, den man in dem Osmazom vermuthet, und selbst zuweilen angenommen, findet man nicht darin; jedoch ist er in dem Extract der Nieren enthalten, wie Lecanu fand; offenbar hier nicht sowohl der Muskelsubstanz oder den drüsigen Geweben, als vielmehr den harnführenden Gefässen zukommend. In der Substanz selbst fand Berzelius vor Lecanu den Stoff nicht.

Eben so wie die Masse, welche durch Alkohol aus dem Fleische ausgezogen werden kann, eine Anzahl verschiedener Stoffe einschliesst, so auch die durch Wasser ausgezogene Substanz. In ihr entdeckt man fünf Verbindungen, welche sich gegen Reagentien durchaus verschieden verhalten. Unter ihnen ist besonders der von Berzelius genauer untersuchte Stoff zu bemerken, welcher einen ausserordentlich starken Fleischgeschmack besitzt, und von ihm daher Zomidin (Ζωμίδιον, Fleischbrühe) genannt worden ist. In Beziehung auf den Geschmack hat das Zomidin die grösste Aehnlichkeit mit dem Leucin, obwohl es einen noch kräftigeren Geschmack besitzt als dieses (p. 123.); jedoch darf man daraus nicht schliessen, dass Leucin in dem Zomidin enthalten sei, oder umgekehrt. Das Leucin ist eine gut characterisirte chemische Verbindung, was man von dem Zomidin nicht sagen kann.

Ein zweiter, von Chevreul bemerkter Stoff, der in sehr geringer Menge nur in dem Fleischextract, sowohl dem wässrigen als in dem alkoholischen, enthalten ist, krystallisirt aus der syrupdicken Lösung in Würfeln heraus, welche geruch- und geschmacklos sind. Sie scheinen sich durch ihre chemischen Eigenschaften besonders auszuzeichnen, doch erhält man sie in so geringer Quantität, dass sie keine nähere Untersuchung bis jetzt gestattet haben. Chevreul, der die Substanz Kreatin nennt, fand darin Stickstoff, und ihr Verhalten ganz ähnlich dem in dem Spargel, der Althäwurzel enthaltenen Asparagin, indem es auch wie dieses, mit Baryterde gekocht, allen Stickstoff als Ammoniak verlor, und eine neue Säure bildete. Wöhler, der vermuthete, es sei Allantoïn (s. das Cap. Harn und Harnsäure), fand diese Meinung nicht

bestätigt. In chemischer Beziehung scheint diese Substanz von grossem Interesse zu sein, und es ist leicht möglich, dass auch ihre physiologische Bedeutung erkannt werden wird, wenn man von ihrer Zusammensetzung und ihrem chemischen Verhalten genau unterrichtet ist.

Sehnen und Aponeurosen.

Die Enden der Muskeln, namentlich der willkürlichen, welche an einem Knochen angeheftet sind, werden durch ein weisses, silberglänzendes, zuweilen rundes, oder auch plattes Gewebe gebildet, welches zum Theil aus den Enden der Muskeln allein hervorgeht, zuweilen aber auch tief in die Muskeln zwischen den grössern Bündeln derselben hineingeht; dieses sind die Sehnen oder Tendines. Es sind dicht zusammenliegende, sehr feste, parallele Bündel, welche, wie die einzelnen Muskelbündel, durch ein Bindegewebe (Zellgewebe) geschieden werden, welches durch längere Maceration zerstört, die einzelnen Stränge sich von einander trennen lässt. Ihre grosse Festigkeit und Dichtigkeit unterscheidet sie wesentlich von der Muskelsubstanz, von welcher sie auch durch chemische Eigenschaften durchaus abweichen. Daraus schon lässt sich vermuthen, dass Ehrenberg's Annahme, jede Muskelfaser gehe in einen Sehnenfaden über, nicht eine richtige sei, und in der That kann man auch durch die mikroskopische Untersuchung sich von dem Gegentheil überzeugen, namentlich, wenn man die zu untersuchende Substanz kocht; dann schrumpfen beide Theile zusammen, und lassen sich ohne Zerreissung von einander abnehmen. In der Mitte der cylindrischen Muskeln reichen die Sehnenenden weiter hinauf, so dass sie von den endenden Muskelbündeln wie mit Fingern umfasst werden.

Wenn auch in anatomischer Hinsicht zwischen den Sehnen und Aponeurosen ein Unterschied nachgewiesen werden kann, so finden wir doch bei chemischer Untersuchung derselben, welche die Scheiden für die Muskeln bilden, und damit sowohl einzelne als mehrere zusammenhalten, durchaus keinen Unterschied, können daher hier beide zusammenfassen.

In Beziehung auf die Zusammensetzung dieser Körper haben wir die merkwürdige Erscheinung, dass sie ganz wie die thierische Substanz der Knochen aus Collagen bestehn, und sich von dem der Knochen in chemischer Beziehung fast gar nicht unterscheiden. Chevreul fand, dass die Sehne des Menschen 62,02$\frac{0}{0}$ Wasser enthält (p. 32.), welches sie beim Trocknen im luftleeren Raume verliert. Dabei wird sie hart, hornartig, halbdurchsichtig, ohne eine wesentliche Veränderung erlitten zu haben, denn durch Aufweichen wird sie völlig in ihren vorigen Zustand zurückgeführt, nimmt aber, nach Chevreul's Versuchen, dabei meist noch mehr Wasser auf, als sie vorher enthielt. Chevreul fand, dass 100 Theile trockner Elephantensehne, welche 178 Th. Wasser aufnehmen würden, in 21 Tagen von einer gesättigten Kochsalzlösung nur 137 Th. aufnahmen, und dabei nicht so biegsam und glänzend wie im Wasser wurden. Von Baumöl nahmen sie nur in 11 Tagen 7,9 Th. auf, welche durch Liegen in Wasser wieder vollständig ausgetrieben wurden.

Lässt man sie längere Zeit im Wasser liegen, so weicht das Bindegewebe gänzlich auf, löst sich ab, die Sehnenfasern trennen sich, und werden selbst endlich weich und unzusammenhängend. In Essigsäure gelegt, schwillt die Sehne nach einiger Zeit ausserordentlich auf, verliert, indem sie gallertartig wird, ihre Undurchsichtigkeit, und kann dann sehr leicht, unter Hinterlassung weniger weisser Flocken, die aus Gefässen bestehen, in kochendem Wasser gelöst werden. Durch die Kräuselung, welche man dabei an der Sehne wahrnimmt, zeigt sich sehr deutlich, wie das Bindegewebe die Sehne selbst noch durchdringt.

Nicht so schnell als nach der Maceration durch Essigsäure löst sich die Sehne in kochendem Wasser auf. Sie wird dann unter Aufschwellen erst gelb und endlich schleimig; erst durch langes, fortgesetztes Kochen erhält man sie aufgelöst, gleichfalls unter Absonderung jener wenigen weissen Flocken. Die Auflösung gelatinirt beim Erkalten, und hat alle Eigenschaften einer Leimlösung. Die Coagulation wird durch verdünnte Säuren nicht verhindert, eben so wenig durch Alkalien, welche auch

hieraus, wie aus dem Knochenleim, ein wenig phosphorsaure Kalkerde niederschlagen; Alaun, Kaliumeisencyanür schlagen nicht die Flüssigkeit nieder.

Wenn schon diese Erscheinungen vermuthen lassen konnten, dass die Sehne wirklich Collagen sei, so musste die Elementaranalyse dies natürlich sehr leicht beweisen. Ich untersuchte daher den aus den Sehnen gekochten Leim auf die Weise, wie es bei dem Leim selbst angegeben ist, p. 114., p. 122. Ich fand in diesem Leim 50,02% C, 6,82% H und 18% N; also dieselbe Menge der Substanzen, welche in dem Knochenleim enthalten sind. Die Quantität der Asche betrug 1,72%, in einem andern Falle 1,82, und in einem dritten endlich 1,89%. Es waren in allen drei Fällen Sehnen von jungen Thieren (Kälbern) genommen.

Ich habe oben schon die Meinung angeführt, dass die Zusammensetzung des leimgebenden Gewebes (Collagens) höchst wahrscheinlich dieselbe sei, wie die des Leimes selbst (p. 112.), und dass nur eine Umsetzung der Stoffe hier die Veränderung bewirke, nicht aber die Aufnahme oder Abgabe irgend einer Verbindung; durch die Untersuchung über die Zusammensetzung der ungekochten Sehnen wird dies bewiesen. Die Sehnen fand ich nämlich genau zusammengesetzt, wie den daraus bereiteten Leim. Da ich die Resultate dieser Untersuchung noch an keinem andern Orte mitgetheilt habe, so will ich dieselben hier anführen.

Die Sehne aus dem Fusse des jungen Kalbes wurde mit Kupferoxyd und mit Hülfe von freiem Sauerstoffgase der Verbrennung unterworfen. 0,528 Grm., welche 1,72% Asche hinterliessen, gaben nach Abzug dieser Asche 50,21% C, 6,75% H, 18,01% N. 0,496 Grm. aus einem andern Thiere hinterliessen 1,82% Asche, und lieferten nach Abzug derselben 50,30% C, 6,82% H, 17,84% N. 0,501 Grm. endlich, welche 1,89% Asche enthielten, gaben 50,28% C, 6,75% H. und 17,78% N. Aus dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff ergiebt sich natürlich durch Abzug die Menge des Sauerstoffs.

Wenn wir für diese Verbindung eine chemische Formel aufstellen wollen, so passt die von Mulder angegebene (p. 114.)

vollständig. Allein man kann noch eine zweite aufstellen, welche mit der Erfahrung eben so gut übereinstimmt, und welche sich aus mehreren Gründen vertheidigen lässt, nämlich C_{40} H_{62} N_{12} O_{15}. Diese würde ergeben:

40 C	=	3000,0	=	50,52 *)
62 H	=	387,5	=	6,52
12 N	=	1050,0	=	17,69
15 O	=	1500,0	=	25,27
		5937,5	=	100,00

*) Aus den Untersuchungen, welche Jos. Scherer über die Zusammensetzung des leimgebenden Gewebes angestellt hat, und welche in Liebig's Annalen der Pharmacie Bd. XL. p. 1. mitgetheilt sind, ergeben sich durchaus andere Resultate für die Zusammensetzung dieser, und der damit verwandten Stoffe. Auf eine ausführliche Kritik dieser Resultate mich einzulassen, ist hier nicht der Ort, ich werde bei einer andern Gelegenheit dieselbe mittheilen, und will hier nur bemerken, dass die Methode, welche von Scherer angewendet worden ist, um die Elementarzusammensetzung dieser Verbindungen zu bestimmen, durchaus nicht völlig genaue Resultate zu geben vermag. Diese Stoffe sind so schwierig durch Verbrennung mit Kupferoxyd, und selbst mit chromsaurem Bleioxyde zu Kohlensäure und Wasser zu oxydiren, dass man nur durch gleichzeitige Anwendung eines Sauerstoffstromes einem Verlust im Kohlenstoff entgehen kann. Zugleich ist zu bemerken, dass von Scherer die Zusammensetzung der Kohlensäure, des Wassers und das Atomgewicht des Stickstoffes nicht richtig angenommen ist.

Durch Dumas und Stas ist die Zusammensetzung der Kohlensäure so festgestellt worden, dass in 100 Gewichttheilen Kohlensäure 27.2727 Gewichttheile Kohle enthalten sind, woraus folgt, dass 200 Theile Sauerstoff sich mit 75 Th. Kohle verbunden haben. Früher nahm man, in Folge der Untersuchungen von Berzelius und anderer Chemiker an, es seien mit 200 Th. Sauerstoff 76,44 Th. Kohle vereinigt; Liebig und Redtenbacher suchten zu zeigen, dass diese Zahl in 75,8 umgeändert werden müsse; jedoch erlaubt die indirecte, von ihnen angewendete Methode durchaus keine Genauigkeit, und durch die sorgfältigste Wiederholung der Dumas'schen Untersuchung durch Erdmann und mich ist die Zahl 75 als Aequivalent für den Kohlenstoff als völlig festgestellt zu betrachten.

Eine geringere Abweichung findet in den Werthen für das Aequivalent des Wasserstoffes statt. Früher nahm man, in Folge der Berzelius'schen Untersuchung, an, das Wasser bestände aus einer Verbindung von 100 Gewichttheilen Sauerstoff und 12,48 Th. Wasserstoff.

Das Atomgewicht würde dann 5937,5 sein, also ungefähr dreimal so gross als oben angegeben ist, 1972, eine Zahl, welche namentlich durch die Mulder'sche Untersuchung über die Zusammensetzung der Verbindung der Gerbsäure mit dem Leime bestätigt wird. Mit dieser Formel lässt sich auch die von Mulder gefundene Zusammensetzung des durch anhaltendes Ko-

Sehr genaue, und in grossem Maassstabe ausgeführte Versuche über die Zusammensetzung des Wassers sind von Erdmann und mir ausgeführt worden, bei welchen wir 2 Pfund künstlichen Wassers aus seinen Elementen erzeugten. Es ergab sich dabei, dass das Wasser aus 100 Th. Sauerstoff und 12,5 Th. Wasserstoff bestehe, das Aequivalent des Wasserstoffs daher 12,5, und das Atomgewicht desselben also 6,25 = H sei.

Die Zusammensetzung des salpetersauren Ammoniaks und einiger Cyanverbindungen haben uns, Erdmann und mich, gleichfalls belehrt, dass das bisher angenommene Atomgewicht des Stickstoffs ein unrichtiges sei, und 88,57 in 87,5 ($N_2 = 175$) verwandelt werden müsse, eine Zahl, welche auch durch das berichtigte spec. Gew. des gasförmigen Stickstoffs bestätigt wird. Eine in diesem Augenblick von Erdmann und mir geführte, aber noch nicht vollendete Untersuchung scheint zu beweisen, dass die Prout'sche Idee, die Aequivalente der einfachen Stoffe seien einfache Multipla des Wasserstoffäquivalents, kein aus der Luft gegriffenes Gesetz sei, wie es ein ausgezeichneter Chemiker bezeichnet. Wenigstens fanden wir bis jetzt schon folgende Zahlen, welche wahrscheinlich machen, dass die später zu bestimmenden das Gesetz als ein wirkliches feststellen werden.

Sauerstoff	$O = 100$		$H_2 = 12{,}5 = 1$		
Wasserstoff	$H_2 = 12{,}5$	$H = 6{,}25$	$O = 100 = 8$		
Kohlenstoff	$C = 75$		$C = 75 = 6$		
Stickstoff	$N_2 = 175$	$N = 87{,}5$	$N = 87{,}5 = 7$	$N_2 = 14$	
Calcium	$Ca = 250$		$Ca = 250 = 20$		
Chlor	$Cl_2 = 450$	$Cl = 225$	$Cl = 225 = 18$	$Cl_2 = 36$	
Silber	$Ag = 1375$		$Ag = 1375 = 110$		
Quecksilber	$Hg = 1250$		$Hg = 1250 = 100$		
Blei	$Pb = 1300$		$Pb = 1300 = 104.$		

Die früher in diesem Werke ausgeführten Berechnungen sind nach den älteren Zahlen angestellt worden; von jetzt an werde ich stets die jetzt angegebenen anwenden. Uebrigens bringt diese Aenderung der Zahlen in den wenigsten Fällen eine wesentliche Veränderung in der Berechnung der procentischen Zusammensetzung der Verbindungen hervor. — Ueber die Bestimmung dieser Werthe findet man das Ausführliche in Erdmann's und meinen Abhandlungen über die Atomgewichte der Elemente in dem Journ. für pract. Chemie 1842. Bd. 2. und 3.

chen veränderten Leimes (p. 117.) in Uebereinstimmung bringen. Die von ihm entwickelte $C_{23} H_{35} N_7 O_{11}$ ist sehr unwahrscheinlich, und wir finden, wenn wir den Kohlenstoffgehalt als unverändert annehmen, $C_{40} H_{60} N_{12} O_{19}$. Es ergiebt sich daraus:

			ber.	gefunden.
40 C	= 3000	=	47,43	47,57
60 H	= 375	=	5,93	5,91
12 N	= 1050	=	16,62	16,76
19 O	= 1900	=	30,02	29,76
	6325	=	100,00	100,00.

Es ist also Stickstoff und Kohlenstoff unverändert geblieben, und die Umwandlung des Stoffs besteht nur in einer Wasserausscheidung ($H_2 O$) und Aufnahme von 5 At. Sauerstoff. Setzt man den Leim oder das Collagen stark oxydirenden Einwirkungen aus, z. B kocht man denselben mit einem Gemische von saurem chromsauren Kali, Schwefelsäure und Wasser, so dass die Chromsäure ($Cr O_3$) dadurch frei, und durch die organische Substanz zu Chromoxyd ($Cr_2 O_3$) reducirt wird, so wird die anfangs rothe Flüssigkeit durch das grüne Oxyd grün gefärbt, während mit sehr starker Gasentwickelung aus dem Leim sich Ammoniak, Kohlensäure und Cyanwasserstoffsäure (Blausäure) bilden. Dieser Process, der durch eine Oxydation der Elemente des Leims hervorgerufen wird, ist begleitet durch die Bildung einer geringen Quantität flüchtiger Fettsäure, welche nur aus dem dem Leime anhängenden Fette erzeugt wird.

Eine solche Oxydation und Bildung der Blausäure scheint zuweilen bei der Eiterung vorzukommen.

Die chemische Zusammensetzung der Muskelfasersubstanz ist, wie wir bei dem Blute sehen werden, eine wesentlich andere, und daraus erhellt schon, dass wahrscheinlich nicht ein unmittelbarer Uebergang aus dem Faserstoff in die Sehnen Statt finde, sondern beide Gewebe durch Anheftung mit einander verbunden sein werden.

Obwohl nun in chemischer Beziehung kein Unterschied zwischen dem Collagen der Knochen und dem der Sehnen Statt fin-

det so ist die anatomische und im Allgemeinen die physikalische Verschiedenheit ausserordentlich gross, und wir sehen an diesem Beispiel, dass, wenn auch die chemische Zusammensetzung wesentlich die physikalischen Eigenschaften eines Stoffes bedingt, doch auch die mechanische Aggregation eine Hauptrolle dabei spielt. Ganz eclatante Beispiele haben wir davon in der anorganischen Chemie (vergl. p. 68 ff.), aber sie treten bei den organisirten Verbindungen noch deutlicher hervor, daher Stoffe, welche vom chemischen Gesichtspunkte aus dieselben Gewebe sind, in physikalischer, anatomischer und physiologischer Beziehung durchaus andere Rollen spielen, verschiedene Functionen haben, und daher auch sehr verschiedene Stoffe erzeugen und absondern. Gerade das Collagen wird in dieser Beziehung unsere Aufmerksamkeit noch besonders auf sich ziehen.

Die Asche der Sehnen, welche dem Gewichte nach gewöhnlich nicht 2 Procent erreicht, vermehrt sich sehr bei älteren Individuen, und die Menge der anorganischen, in den Sehnen abgelagerten Stoffe wächst wenigstens in einzelnen Theilen des Körpers so sehr, dass kleine Steinchen oder Knöchelchen sich darin absetzen. In den Hand- und Fussgelenken kommen sie am häufigsten vor, und heissen Ossa sesamoidea, Sesambeinchen. Sie bestehen fast ganz wie die Knochen aus Collagen und phosphorsaurer Kalkerde, mit geringen Beimengungen von kohlensaurer Kalkerde, und unterscheiden sich weder in Structur noch chemischer Zusammensetzung wesentlich von den wirklichen Knochen. Wir sehn hieraus, wie die Vereinigung des Collagens mit der phosphorsauren Kalkerde offenbar auf einer chemischen oder chemisch-mechanischen Anziehungskraft beider Stoffe zu einander beruht. Bemerkenswerth dabei ist der Umstand, dass durch die Aufnahme des phosphorsauren Salzes die chemische Eigenschaft des Collagens nicht verändert wird. Wir haben oben gesehn (p. 111.), dass die Knochen vor der Verknöcherung, d. h. vor dem Absetzen der Knochenerde, aus Chondrigen bestehn, und durch dieses Absetzen eine wesentliche Stoffveränderung erleiden, nämlich die in Collagen, ohne dass wir angeben könnten, auf

welche Weise diese Veränderung vor sich geht; solch eine Verwandlung sehn wir nicht bei den Sehnen. Diese sind schon gleich Anfangs aus Collagen gebildet, und dies beweist, dass die Gegenwart einer grossen Menge von phosphorsaurer Kalkerde nicht erfordert werde, um die Bildung dieses Stoffes zu bedingen.

Das Bindegewebe.

Die einzelnen Sehnenbündelchen, wie die ganzen Sehnen selbst, werden von einem Gewebe umgeben, dem sogenannten Zellgewebe, welches von Joh. Müller den Namen Bindegewebe erhalten hat; aber nicht nur die Sehnen umgebend, sondern auch die Muskeln, die einzelnen Muskelbündelchen, und vielleicht selbst auch die feinsten Muskelfasern, erscheint dasselbe, und füllt überhaupt in zelligen Massen alle Zwischenräume aus, welche zwischen einzelnen Muskeln, zwischen Knochen und Muskeln u. s. w. sonst sein würden. In einer zelligen Anordnung verbreitet sich dieses Gewebe über den ganzen Körper, und kann daher auch durch Luft selbst von einer einzigen Stelle aus entweder auf eine geringe Strecke, oder völlig aufgeblasen werden, wie es bei dem Emphysem Statt findet. Diese Luft ist entweder von aussen in den Körper gedrungen, oder, wie namentlich bei penetrirenden Brustwunden, aus den Lungen beim Athmen in das Gewebe übergegangen, und bläht dasselbe schmerzlos über den ganzen Körper hin auf. Die Luft wird von den Blutgefässen nach und nach wohl wenigstens zum Theil aufgesogen, wie diese überhaupt die Fähigkeit haben, Luft aus Höhlungen zu absorbiren, auf deren Wandungen sie sich verbreiten, z. B. im Darmkanal.

Bei der Untersuchung dieser Luft, welche aus einem Emphysem genommen war, das in Folge einer solchen penetrirenden Brustwunde entstanden war, fand ich dieselbe aus 15 Theilen Sauerstoff, 10 Th. Kohlensäure und 75 Th. Stickstoff bestehend. In einem andern Falle, wo die Luft von aussen eingedrungen war, ergaben sich 18 Th. Sauerstoff, 2 Th. Kohlensäure und 80 Th. Stickstoff. Nach den Ursachen wird gewiss diese Zusammensetzung sich ändern, indessen können wir

schon hieraus einen Schluss für diese Erscheinung machen. Die atmosphärische Luft, welche gewöhnlich nur eine Spur von Kohlensäure enthält, und aus 21 Th. Sauerstoff und 79 Th. Stickstoff besteht, erleidet beim Eindringen in das Zellgewebe eine doppelte Umänderung. Erstens erzeugt sich Kohlensäure, und zweitens nimmt der Stickstoffgehalt gegen die Sauerstoffmenge beträchtlich zu. Jene Gasart ist offenbar nicht durch Oxydation des Zellgewebes entstanden, sondern aus den mit Kohlensäure angefülltes Blut führenden Blutgefässen ist durch die benachbarte Luft die Kohlensäure gegen die andern Gasarten zum Theil ausgetauscht worden, und zwar ist dabei mehr Sauerstoff als Stickstoff verschwunden, da der Sauerstoff in Wasser sowohl wie in allen andern Flüssigkeiten, also auch in dem Blute, bei weitem mehr auflöslich ist, wie der Stickstoff. Die zuerst angegebene Zusammensetzung der Luft ist natürlich eine Folge des Athmenprocesses, durch welchen dieselbe so wesentlich verändert wird.

Die Zellgewebewände sondern fortwährend eine tropfbare Flüssigkeit ab, durch welche sie feucht erhalten werden. Die Gefässe resorbiren dieselbe sogleich, und neue Flüssigkeit findet Raum sich auszuscheiden. Zuweilen wird die Absonderung quantitativ gesteigert und auch qualitativ modificirt, so dass die Resorption mit der Absonderung nicht mehr gleichen Schritt halten kann; es entsteht sodann bei localen Uebeln das sogenannte Oedem, wie z. B. bei der geschwollenen Wange, oder, wenn es sich über den ganzen Körper ausbreitet, die Hautwassersucht oder Anasarca.

Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeiten ist leicht zu untersuchen, da man sie bequem in jeglicher Menge haben kann. Wenn man die Füsse eines Hautwassersüchtigen oberflächlich einschneidet, so fliessen ausserordentliche Quantitäten der Flüssigkeit heraus, welche mehr oder weniger gelblich gefärbt, schleimig, meistens klar ist, und je nach der Menge der aufgelösten festen Bestandtheile ein höheres oder geringeres specifisches Gewicht besitzt. Durch Kochen wird sie gewöhnlich nur trübe, indem das darin aufgelöste Eiweiss gerinnt und sich in Flocken abscheidet. Dies ist durch das Kochen ge-

wöhnlich schon etwas verändert, so dass es sich in Essigsäure viel schwieriger löst als das geronnene Albumin (Eiweiss) des Blutwassers. Sonst ist die Zusammensetzung der Flüssigkeit nicht bedeutend anders wie die eines Blutwassers, welches mit dem 5—8fachen Wasser vermischt ist, obwohl doch zuweilen einige bemerkenswerthe Abweichungen darin vorkommen.

Ebenso schliesst sich diese Zusammensetzung genau an die der Flüssigkeiten, welche die serösen Häute ausschwitzen, und welche dann in grösserer Menge ergossen als resorbirt werden kann, ebenfalls Wassersuchten, aber locale, hervorbringen (siehe seröse Häute).

Ich habe die Zusammensetzung zweier Flüssigkeiten der Anasarca untersucht; die eine besass ein spec. Gewicht von 1,015, die zweite von 1,021. Beide waren schwach gelblich, fade schmeckend, und besassen in ihrer Zusammensetzung keine besondern Eigenthümlichkeiten, sondern boten Stoffe dar, welche die anderen angeführten Flüssigkeiten gleichfalls, und fast in demselben Verhältniss zeigen.

	1.	2.
Eiweiss	1,35	1,82
Fett	0,08	0,09
Milchsaures Natron und durch Alkohol ausziehbares Extract	2,21	2,85
Chlornatrium mit etwas Chlorkalium	6,23	6,97
Schwefelsaures Natron	0,25	0,32
Kohlensaures Natron	0,05	0,06
Phosphorsaure Salze	0,08	0,10
Thierische Substanz, in Alkohol unlösl.	0,23	0,35
Wasser	989,52	987,44
	1000,00	1000,00.

Wenn man die gefrorenen wassersüchtigen Leichname untersucht, so bemerkt man, wie das Wasser nicht grosse Klumpen darstellt, sondern durch Zellenwände von einander getrennte kleine Stückchen, so dass wir hieraus schon sehr leicht erkennen können, dass das Bindegewebe nicht, wie man zuweilen angenommen hat, aus einem durch Wasser aufgequollenen Schleim dargestellt wird, dem alle innere Organisation abgeht.

Auch hier treffen wir auf einen Körper, welcher in seiner chemischen Zusammensetzung sich an den vorher behandelten durchaus anschliesst, indem auch er durch Collagen gebildet, und daher durch Kochen völlig in Leim verwandelt werden kann. Deher finden wir auch, dass alle andern Substanzen, welche von dem Bindegewebe durchzogen sind, durch Kochen Leim liefern, ohne selbst dieser Umwandlung fähig zu sein, z. B. die Muskelfaser. In Essigsäure zwar unlöslich, liefert diese doch eine Flüssigkeit, wenn dies Gewebe längere Zeit damit behandelt gewesen ist, welche durch Kaliumeisencyanür, freilich erst nach längerer Zeit, 12—24 Stunden, schwach gefällt wird. Der Niederschlag ist in freier Essigsäure, Kaliumeisencyanid und selbst in vielem Wasser auflöslich. (Valentin)

Wie alles Collagen, verbindet sich auch diese Substanz sehr leicht mit Gerbsäure, und bildet sodann das Leder, welches sich dadurch auszeichnet, dass es so sehr kräftig der Fäulniss zu widerstehen vermag. Auch mit Metallsalzen vereinigt es sich, in Auflösungen derselben gelegt, nach und nach, und erhält dadurch eine beträchtliche Dichte und Festigkeit; so wirkt z. B. Quecksilberchlorid in dieser Art sehr kräftig darauf ein.

Das Fett im thierischen Körper.

Nicht allein Flüssigkeiten scheiden die Zellen des Bindegewebes ab, sondern wir finden sie vorzugsweise an einigen Stellen des thierischen Körpers mit einer andern zwar nicht festen, doch meist weichen, halb flüssigen Substanz angefüllt, dem Fette, welches in dem Bindegewebe selbst wiederum ein eigenthümliches Gewebe darstellt. So ist namentlich dicht unter der Haut meist eine Fettlage, der sogenannte Panniculus adiposus zu bemerken, und in der Bauchhöhle ist das die Verdauungsorgane bedeckende Netz (Omentum), mit einer grossen Fettmasse oft angefüllt; ebenso sind die Nieren von Fett umgeben, und endlich finden wir dasselbe unter der Kopfschwarte, den Wangen, am Gesäss, den Brüsten, namentlich den weiblichen, am Mons veneris, in den Augenhöhlen, den Cavis mediastinis, der Achselhöhle, der Kniekehle, unter der Hand- und

Fussfläche u. s. w. in den Knochenhöhlen der Röhrenknochen und zwischen den Muskeln, ja nicht selten in grosser Menge zwischen den einzelnen Muskelbündelchen, so dass das Fleisch, auch wenn man es auf das sorgfältigste von dem äussern Fett befreit hat, doch immer noch beim Kochen Fett abscheidet. Zuweilen nimmt die Ausdehnung der Fettansammlung in dem ganzen Bindegewebe erstaunlich zu, und wird durch keine Diät, starke Bewegung u. s. w. vermindert, in welchen Fällen es die Entwickelung der krankhaften Fettsucht ist. In dem gesunden menschlichen Körper der Erwachsenen soll nach Béclard die Fettmasse ungefähr $\frac{1}{20}$ der ganzen Körpermasse betragen, ein Verhältniss, das sich freilich bei Kindern, Frauen, Castraten sehr viel grösser als bei den Männern stellt. Aber nicht allein an diesen Stellen erscheint das Fett, sondern wir finden es noch in den Flüssigkeiten des thierischen Körpers, und sowohl das Blut wie die Lymphe, wie selbst die krankhaft ausgeschwitzten Flüssigkeiten der serösen Häute enthalten das Fett, freilich nicht im aufgelösten, sondern im aufgeschwemmten Zustande, als kleine Fettkügelchen, welche, wenn sie in sehr grosser Anzahl in der Flüssigkeit enthalten sind, wie in der Milch, derselben eine weisse Farbe verleihen, eine Erscheinung, welche auch zuweilen beim Blut zu bemerken ist, welches, wie das von Trunksüchtigen, hin und wieder gleichfalls mit Fett überfüllt sein kann.

Die Unlöslichkeit des Fettes in den thierischen Flüssigkeiten rief bei einigen Chemikern und Physiologen die Idee hervor, dass dieser Stoff immer an dem Orte erzeuzt werden müsse, wo er sich findet, und dass eine Zuführung als Fett eine Unmöglichkeit sei. Die Organe jedoch, in welchen sich das Fett absetzt, tragen durchaus nicht den Character solcher erzeugenden oder bildenden an sich, so dass schon hierdurch diese Meinung zweifelhaft erscheinen musste. Noch viel mehr wird aber die Vorstellung wahrscheinlich, dass in der That das Fett schon als fertig gebildete Substanz hier hingeführt, und nur abgelagert wird, wenn man die hindurchströmende Flüssigkeit selbst als fettführende erkannt.

Manche Anatomen machen einen Unterschied zwischen freiem und gebundenem Fette, indem sie annehmen, das letztere sei, wie in den Sehnen, Nägeln, Gehirn, den Flüssigkeiten mit andern Stoffen chemisch vereinigt, und lasse sich nur durch Aether und Alkohol ausziehen. Diess ist nicht richtig, sondern alles Fett ist freies Fett, d. h. es ist in Fettzellen eingeschlossen, welche dann entweder in der Flüssigkeit als Fettkügelchen frei schwimmen, oder ist in den Zellen des so fein vertheilten Zellgewebes deponirt, und kann nur durch die vollständigste Zerstörung der Wände, die es einschliessen, und Bloslegung derselben abgeschieden werden, oder, wo diese mechanische Bloslegung nicht mehr auszuführen ist, dadurch, dass eine das Fett auflösende Flüssigkeit die ganze Substanz durchdringt, und das jetzt aufgelöste Fett herauszieht. Auch durch Kochen dieser Substanzen wird das Fett ausgeschieden, indem die Fettzellen dabei zersprengt werden, und das geschmolzene Fett jetzt ausfliessen kann; ganz ähnlich wie bei den Stärkekörnchen, welche durch eine gegen kaltes Wasser sie schützende Hülle umgeben sind, so dass kaltes Wasser keine Einwirkung auf sie ausübt. Erst wenn das Wasser damit gekocht wird, werden die Hüllen zersprengt, die Stärke dringt heraus und löst sich in dem Wasser auf, während die Hüllen ungelöst zurückbleiben.

Dieselbe Erscheinung findet bei den Fettkügelchen der Milch statt, wenn man dieselbe mit Aether behandelt; ein Versuch, den, wie ich glaube, Simon zuerst ausgeführt hat, und den ich wiederholt habe. Der Aether zersprengt die Fetthüllen, löst das Fett auf, und lässt die Hüllen, ganz wie bei der Stärke, zurück.

Die eigenthümliche Ansicht über die Natur des Fettstoffes, welche von Ascherson aufgestellt worden ist, ist aus der Beobachtung entstanden, dass Oel- oder Fetttröpfchen in einer eiweisshaltigen Flüssigkeit sich schnell mit einer zähen, elastischen Hülle (Haptogenmembran von Asch. genannt) umgeben. Diese betrachtet Ascherson als Zellen, und glaubt, dass alle Zellen des animalischen und vegetabilischen Körpers sich daraus bilden.

Von den Ursachen der Bildung des Fettes, seiner Resorption und seiner chemischen Rolle, die es im Organismus spielt, werde ich später bei der Ernährung sprechen, hier will ich nur die physikalischen und chemischen Eigenschaften und seine Zusammensetzung anführen.

Das Fett der verschiedenen Thiere stellt sehr verschiedenartige Stoffe dar, welche zwar in den meisten Punkten die grösste Aehnlichkeit besitzen, aber sehr in Beziehung auf Festigkeit, Farbe, Geruch, Geschmack, Schwere u. s. w. von einander abweichen. Diese Verschiedenheit spricht sich in den verschiedenen Thierklassen sehr deutlich aus. So ist z. B. das Fett der Menschen, wie das der Raubthiere übereinstimmend in seiner körnigen Consistenz, und ist dem Schmalze ähnlich, das der Pecora stellt den festern Talg dar, und dass der meisten Amphibien, Fische und der im Wasser lebenden Säugethiere ist flüssig bei der gewöhnlichen Temperatur, und stellt den Thran dar.

Mit dem Fett vermischt, und so auch mit dem der Menschen, findet sich sehr häufig ein geblicher Farbstoff, welcher demselben einen sehr widrigen Geschmack mittheilt. Chevreul fand denselben im Schweineschmalz in sehr geringer Quantität, und zwar nur 0,06% betragend; er nahm daran einen gallenartigen Geruch und Geschmack wahr; ausserdem fand er Chlornatrium, milchsaures Natron, Spuren von kohlensaurem Kalk und Eisenoxyd darin. Diesen gelben Farbstoff, der nicht zu dem Fettstoffe selbst gehört, findet man in dem Menschenfett ganz constant, und ich glaube, dass derselbe in der That von den Gallenstoffen herrührt. In einer Leiche eines gelbsüchtig verstorbenen Mädchens fand ich diese gelbe Färbung des Fetts in so starkem Maasse, dass dasselbe völlig citronengelb erschien, und dieser Stoff zeigte die deutliche Reaction des Gallenfarbstoffes, so dass hier vielleicht in sehr gesteigertem Maasse das auftritt, was sonst eine physiologische Erscheinung sein mag.

Berzelius meint, diese Stoffe gehören dem Fette nicht an, sondern vielmehr der Flüssigkeit des Zellgewebes oder dem Zellgewebe selbst, in welchem das Fett abgelagert ist;

ganz so wie es bei dem Fleische uns auch nicht möglich ist, die Fleischfaser allein darzustellen, ohne die Umgebung in unsere Untersuchung hineinzuziehen; indessen konnte ich bei der mikroskopischen Beobachtung des Fetts jener gelbsüchtigen Leiche deutlich sehen, wie ein jedes Fettkügelchen in der That selbst eine gelbe Farbe besass, welche sich auch dem Fett anhängend zeigte, wenn das Bläschen durch einen Quetscher zersprengt worden, und das Fett ausgeflossen war.

Die früher sehr mangelhaften Kenntnisse der Chemiker über die Eigenschaften und Zusammensetzungen der Fettarten sind durch eine bewundernswürdige Untersuchung von Chevreul sehr erweitert worden, welcher in seinem Werke: Récherches chimiques sur les corps gras d'origine animale. Par. 1823. eine mehr als zehnjährige, mühevolle Arbeit den Chemikern übergab, um die Genugthuung zu haben, dieselbe als Basis für die nachfolgenden Fortschritte der neuern Chemiker auf diesem Gebiete betrachtet zu sehen.

Allen Fetten, sowohl denen der Pflanzen- als der Thierwelt, kommt eine ganz bestimmte Eigenschaft zu, welche keinem dieser Körper fehlen darf, wenn wir ihn als Fett betrachten wollen. Diese Eigenschaft ist die Verseifbarkeit, d. h. die Fähigkeit, mit den wässrigen Auflösungen der Alkalien oder der alkalischen Erden, also namentlich des Kalis, Natrons, der Kalk- und Baryterde, Seifen zu bilden.

Wenn ein Körper diese Eigenschaft nicht besitzt, aber sonst in physikalischer Beziehung die grösste Aehnlichkeit mit dem Fette hat, so kann er nicht als solches betrachtet werden. So hat z. B. das Gallensteinfett, Cholestearin, äusserlich grosse Aehnlichkeit mit den Fettarten, so dass es selbst darnach benannt ist, ohne im geringsten auf diese Benennung Anspruch machen zu können, da ihm die Fähigkeit der Verseifung fehlt. Es ist daher auch eine ganz zwecklose und nichts fruchtende Maassregel, wenn man, um Cholestearingallensteine aus der Gallenblase fortzuschaffen, den Gebrauch der Alkalien anräth, um dieses Fett als Seife aus dem Körper herauszuschaffen. Dahingegen müssen wir das Wachs, und namentlich das sogenannte Pflanzenwachs (Japanisches

Wachs) als ein Fett betrachten, da es sehr leicht die Verseifung eingeht. Ebensowenig dürfen wir einen nur süssschmeckenden Stoff, desshalb weil er süss schmeckt, als Zucker bezeichnen, sondern ihn nur diesen Namen beilegen, wenn er der weingeistigen Gährung selbst fähig ist, oder doch in einen gährungsfähigen Zucker übergehen kann, daher der sogenannte Mannazucker durchaus kein Zucker ist, und deshalb auch besser Mannit genannt wird, indessen der Milchzucker diesen Namen wohl verdient, da er, zwar nicht unmittelbar, doch durch Uebergang in einen andern Zucker in geistige Gährung versetzt werden kann.

Die Verseifung des Fetts hat mit einem andern chemischen Processe die grösste Aehnlichkeit, welchen ich aus diesem Grunde, weil er leichter aufzufassen ist, hier zuerst erläutern will, um daran die Verseifung selbst zu erklären, nämlich die Zerlegung der zusammengesetzten Aetherarten.

Der Aether, welcher in seiner chemischen Verbindung mit einem Aequivalent Wasser den Alkohol darstellt, ($C_4H_{10}O$ = Aether; $C_4H_{12}O_2 = C_4H_{10}O + H_2O$ = Alkohol) wird, wie schon p. 50. angeführt worden ist, von den Chemikern gewöhnlich betrachtet, als das Oxyd eines zusammengesetzten Radikals, des Aethyls (C_4H_{10}). Der Aether oder das Aethyloxyd verhält sich nun in seinen Eigenschaften ganz ähnlich einem Oxyde eines Metalls, z. B. dem Kali (Kaliumoxyd KO), dem Kupferoxyd (CuO) u. s. w., indem es wie diese mit Wasser in Hydrat bilden kann, den Alkohol, sich aber auch wie diese mit einigen Säuren zu Salzen zu vereinigen im Stande ist. So erhalten wir z. B. unmittelbar durch anhaltendes Kochen der Oxalsäure mit Alkohol eine Verbindung des Aethers mit der Oxalsäure, ganz ebenso, wie wir durch Kochen von Oxalsäure mit Kalihydrat (kaustischem Kali), oxalsaures Kali bekommen. Jene Verbindung, welche eine ölige Flüssigkeit darstellt, heisst Oxaläther, und besteht aus $C_2O_3 + C_4H_{10}O$. Folgendes Schema wird die Gleichheit beider Erscheinungen noch deutlicher machen:

Alkohol $C_4H_{10}O + Aq.$ Kalihydrat $KO + Aq.$

Oxalsaurer Aether $C_2O_3 + C_4H_{10}O.$	Oxalsäure C_2O_3	Oxalsaures Kali $C_2O_3 + KO.$

Der Oxaläther ist also ebensowohl wie das oxalsaure Kali ein Salz, in welchem der Aether, (das Aethyloxyd), die Stelle des Kali's, (Kaliumoxyds), vertritt.

Kocht man den oxalsauren Aether mit kaustischem Kali, einer sehr starken Basis, welche die meisten Salze, also auch dieses zerlegt, so erhält man oxalsaures Kali, und der abgeschiedene Aether verbindet sich mit dem Wasser, unter dessen Beihülfe diese Reaction vor sich geht, sogleich zu Alkohol. Diese Zerlegung der sogenannten zusammengesetzten Aetherarten ist eine allgemeine. Chevreul machte darauf aufmerksam, dass bei der Verseifung eine ganz ähnliche Erscheinung stattfinde. Kocht man nämlich das Fett mit Kali oder Natron, so bildet sich stets ein Salz dieser Alkalien mit einer aus dem Fett neu erzeugten, oder vielmehr abgeschiedenen Säure, welche wir einstweilen mit dem allgemeinen Namen der Fettsäure bezeichnen wollen; zugleich jedoch scheidet sich noch ein zweiter Stoff ab, welcher von Scheele bemerkt und seines süssen Geschmacks wegen Oelsüss, Oelzucker und später Glycerin genannt worden ist. Man muss daher das Fett betrachten, als eine Verbindung einer Fettsäure mit Glycerin, ganz nach Art der zusammengesetzten Aetherarten. Durch die Alkalien wird in beiden Fällen eine Zerlegung hervorgebracht, und in beiden Fällen werden Salze erzeugt, welche in dem einen die bekannten Eigenschaften der Salze besitzen, in dem zweiten durch die Seifen dargestellt werden, die gleichfalls fettsaure Salze sind, obwohl unsere gewöhnliche Vorstellung von einem Salze nicht mit den Eigenschaften der Seife übereinstimmen.

Fett.

Fettsäure.		Glycerin.
Seife	Kali + Aq.	Glycerin + Aq.

Keine einzige wahre Fettart weicht von dieser Erscheinung ab, und wir finden sie ebensowohl bei den Pflanzen- als den Thierfetten. Ein sehr beträchtlicher Unterschied stellt sich uns indessen in der Natur der dabei abgeschiedenen fetten Säuren dar, welche je nach dem Ursprunge des Fettes, selbst häufig sehr verschieden von einander sind, während das Glycerin wahrscheinlich in allen Fällen durch dieselbe Zusammensetzung ausgedrückt wird. Derselbe Prozess, welcher durch die Alkalien eingeleitet wird, zeigt sich auch bei der Behandlung der Fette mit Bleioxyd. Auch hier geht unter Glycerinabscheidung eine Verseifung vor, und das fettsaure Bleioxyd, welches die daraus resultirende Seife bildet, führt in der Pharmacie den Namen des Pflasters.

In der Zusammensetzung zeigen alle Fettarten wesentliche Uebereinstimmungen darin, dass sie sämmtlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, und niemals Stickstoff enthalten, und weichen also auch in diesem Punkte wesentlich von den meisten andern Bestandtheilen des thierischen Organismus ab. In den Analysen, welche de Saussure ausgeführt hat, und welche man häufig citirt findet, ist zwar ein geringer Stickstoffgehalt, 0,3—0,5 % N. gewöhnlich, angegeben, doch beruht diese Angabe auf einem Irrthume von Seiten jenes sonst sehr geschickten Chemikers, der durch die eigenthümliche Untersuchungsmethode desselben hervorgerufen werden musste.

Dieser Mangel an Stickstoff ist für die chemisch-physiologische Bedeutung des Fettes, und für die Anwendung desselben als Nahrungsmittel, wie wir unten sehen werden, von der höchsten Bedeutung.

Die Quantität des Kohlenstoffs in den verschiedenen Fettarten ist gewöhnlich sehr gross, und ungefähr das siebenfache des darin enthaltenen Wasserstoffs und das acht und einhalbfache des Sauerstoffs, obwohl die einzelnen Fettarten von einander darin abweichen. Zur Uebersicht will ich hier einige Zerlegungen der Thierfette und zur Vergleichung die einiger Pflanzenfette anführen:

	Menschenfett.	Schweineschmalz.	Hammeltag.
Kohlenstoff	79,00	79,09	79,00
Wasserstoff	11,42	11,15	11,70
Sauerstoff	9,58	9,76	9,30

Diese Analysen rühren von Chevreul her.

	Baumöl.	Weisses Wachs.	Oel von Madia sativa.
Kohlenstoff	77,21	81,79	76,00
Wasserstoff	13,36	12,67	11,61
Sauerstoff	9,43	5,54	12,39

Die beiden ersten Analysen sind von Thénard und Gay-Lussac, die dritte ist von mir angestellt worden.

Alle Fettarten sind, ausserdem dass sie die angeführten chemischen Verbindungen darstellen, noch Gemenge von zweien oder dreien Substanzen, von denen die eine leicht flüssig, und die beiden andern bei gewöhnlicher Temperatur fest sind. Jene hat den Namen Elaïn oder Oleïn (Oelfett), diese Stearin und Margarin. Die Menge des Elaïns waltet bei allen flüssigen Fetten vor, man kann es aber von den beiden andern Stoffen leicht, obwohl nicht ganz vollständig, abscheiden, wenn man das Fett bis auf mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte des Wassers abkühlt. Dann krystallisirt das in dem Elaïn aufgelöste Stearin und Margarin heraus, lässt sich durch Auspressen zwischen eiskaltem Papier von dem noch anhängenden flüssigen Fette befreien, wobei jedoch das Elaïn immer noch mehr oder weniger Theile der festen Stoffe aufgelöst zurückhält. Auf diese Weise wird aus dem Thrane der Wallfische, Robben u. s. w. das feste Fett abgeschieden, um später zur Lichter- oder Seifenfabrikation angewendet zu werden. Das Schmalz enthält gewöhnlich Margarin neben dem Elaïn, daher wir diesen Stoff vorzugsweise im Menschenfett finden, der Talg dagegen, wenn auch nicht meist, doch sehr viel Stearin, daher das Hammelfett von diesem Stoffe eine bedeutende Menge, freilich neben vielem Margarin enthält.

Indessen findet man auch bei einem und demselben Thiere das Fett an verschiedenen Stellen von ganz verschiedener Consistenz. So beobachtete Chevreul, dass das menschliche

Nierenfett bei + 17° schon völlig fest werde, dass hingegen das dicht unter der Haut liegende noch bei + 15° völlig flüssig sei. Ein sehr deutliches Beispiel dieser Verschiedenheit bietet das sogenannte Klauenfett der Rinder dar, welches durch Auskochen der von Haaren und Klauen befreiten Ochsenfüsse bereitet wird. Es schwimmt diess auf dem Wasser, welches, bis mehrere Grade unter dem Gefrierpunkte erkältet, das feste Fett absetzt, von dem es getrennt, dann sehr schwer erstarrt, und der Verderbniss kaum ausgesetzt ist. Man wendet es daher zum Schmieren der Uhren, und namentlich der Thurmuhren an.

Diese drei Stoffe zeigen in den physikalischen Eigenschaften Verschiedenheiten, welche aber noch erhöht werden durch eine verschiedene chemische Zusammensetzung, und namentlich durch die verschiedenen Produkte, welche sie bei der Verseifung bilden. Indem sie alle bei der Verseifung ein und dasselbe Glycerin (oder nur mit wenigen, und überdiess zweifelhaften Ausnahmen) abscheiden, liefern sie Säuren, welche zwar wesentlich von einander verschieden sind in Zusammensetzung und Eigenschaften, aber doch unter einander in einer mehr oder weniger nahen Beziehung zu einander stehen. Wenn man daher diese Säuren aus dem noch ungeschiedenen Fette durch Verseifung darstellt, so muss man natürlich eine Seife erhalten, welche aus mehreren Bestandtheilen besteht. Trennt man die einzelnen Stoffe vor der Verseifung, so bekommt man nur die Säure, welche gerade dem angewendeten Stoffe entspricht. So bildet das Stearin die Stearin- oder Talgsäure, das Margarin die Margarinsäure, das Elaïn die Oelsäure.

Die Stearinsäure besteht aus $C_{68}H_{136}O_7 + 2\,H_2O$, oder in Procenten aus:

C_{68}	= 5100	= 76,69 *)
H_{136}	= 850	12,78
O_7	= 700	10,53
	6650	100,00

*) Diese Zusammensetzung ist von Redtenbacher angegeben worden, und, obgleich dieser Chemiker sowohl die Zusammensetzung der

Die Margarinsäure besteht aus $C_{34}\,H_{66}\,O_3 + H_2\,O$, oder $C_{68}\,H_{132}\,O_6 + 2H_2\,O$, oder nach Procenten:

C_{68}	5100	=	75,49
H_{136}	850	=	12,59
O_8	800	=	11,92
	6750	=	100,00.

Diese beiden Säuren werden in sehr grosser Menge fabrikmässig dargestellt, und zur Lichterfabrikation benutzt. Die Kerzen, welche unter dem Namen Stearinkerzen im Handel sind, bestehen meist aus einem Gemische von Margarinsäure, etwas Stearinsäure und Wachs.

Der Schmelzpunkt beider Säuren giebt ein leichtes Unterscheidungsmittel für beide, und zugleich ein gutes Kennzeichen für ihre Reinheit. Der der Margarinsäure liegt bei $+ 60^0$ C., der der Stearinsäure bei $+ 70^0$ C.

Die Oelsäure, welche durch Verseifung des Elaïns, sowohl des aus thierischem als aus vegetabilischem Oele entsteht, ist flüssig, und ihre Zusammensetzung wahrscheinlich $C_{44}\,H_{78}\,O_4 + H_2\,O$. Es ist diese Zusammensetzung von Varrentrapp angegeben worden, doch bedarf sie der Bestätigung, da bei der von ihm ausgeführten Untersuchung eben die Fehler geherrscht haben, welche bei der Analyse der Margarin- und Stearinsäure angeführt worden sind.

Kohlensäure falsch angenommen, als auch sich bei der Untersuchung einer nicht völlig genauen Methode bedient hat, dennoch mit der Wahrheit übereinstimmend. Beide Fehler, der der Beobachtung und der der Rechnung, compensirten sich nämlich, und indem bei der Analyse Kohlenstoff offenbar verloren ging, ist dafür in der Kohlensäure zuviel Kohle angenommen. Durch Erdmann, welcher diese Fehler vermieden hat, ist die oben angegebene Formel festgestellt worden. Chevreul giebt eine andere Zusammensetzung der Säure an, aber nur in Folge einer gleichfalls unrichtigen (der früher allgemein verbreiteten) Ansicht über die Zusammensetzung der Kohlensäure. Wendet man die jetzt bekannte Zusammensetzung der Kohlensäure auf Chevreul's Resultate an, so findet man, dass dieselben der Wahrheit sehr nahe kommen. Er fand in der wasserfreien Säure 79,07% C., während die Berechnung 79,37 giebt; ein Fehler, welcher viel geringer ist, als der, welchen Redtenbacher machte, als er glaubte, Chevreul's Zahl corrigiren zu müssen.

Wird die Oelsäure der Destillation unterworfen, so bildet sich eine neue Säure, die sogenannte Fettsäure, welche sowohl in der Zusammensetzung, wie auch in den Eigenschaften die grösste Aehnlichkeit mit der Benzoësäure hat. Sie besteht im krystallisirten Zustande aus $C_{10}\ H_{16}\ O_3 + H_2\ O$, oder in procentischer Zusammensetzung aus

C_{10}	750,0	=	59,41
H_{18}	112,5	=	8,91
O_4	409,0	=	31,68
	1262,5	=	100,00.

Man hat diese Säure oft für Benzoësäure erklärt, und selbst angenommen, dass das Fett von selbst in diese Säure durch eine Art von Fäulniss übergehen könne, wie es bei der Entwickelung des Wurstgiftes sein sollte. Die unschuldige Benzoësäure ist jedoch an der giftigen Eigenschaft des verdorbenen Fetts eben so wenig Schuld, wie diese Fettsäure.

Die Erscheinung jedoch, dass fette Stoffe, und namentlich geräucherte, also Würste und Schinken, zuweilen in Verderbniss übergehen, und beim Genuss Ursache von sehr heftigen Zufällen werden, die selbst nicht selten mit dem Tode des Vergifteten enden, ist leider durch eine grosse Anzahl von Fällen constatirt. Namentlich sind es die Würtembergischen Würste, welche oft giftig sind, und unter diesen wieder besonders die Blutwürste, wohl desshalb, weil diese vorzugsweise sehr fett bereitet werden. Da der Landmann dort den Gebrauch hat, die Würste oft sehr lange aufzubewahren, so werden gerade sie am oftesten giftig. Hauptsächlich scheint das Räuchern der Würste die Zersetzung des Fetts zu bedingen, und vermuthlich besonders ein zu schwaches Räuchern. Das geräucherte Schweinefleisch hat viel seltener dergleichen Vergiftungen hervorgebracht. Auch der Käse ist oft, wenn er verdorben ist, von diesem oder einem ähnlichen Stoffe vergiftet, dessen Natur uns bisher gleichfalls noch dunkel geblieben. An Hypothesen über dieselbe hat es natürlich nicht gefehlt, aber leider sind es nur Hypothesen geblieben. Man hat vermuthet, es sei die in dem Sauerklee (Oxalis acetosella) enthaltene Oxalsäure die Ursache der Vergiftung, und diese

bilde sich bei der Fäulniss; andere haben, wie schon angeführt, die Fettsäure als diesen Stoff bezeichnet, noch andere suchten das Gift in angeblich darin gefundener Pikrinsalpetersäure oder sogenanntem Welther'schen Bitter, einer Säure, welche sich jedoch nur durch Oxydation einiger organischen Verbindungen durch starke Salpetersäure bildet, und ausserdem so ausserordentlich bitter schmeckt, dass Niemand eine damit vergiftete Wurst geniessen würde. Natürlich ist auch die Blausäure als die Ursache angegeben worden, und eine jede neue Substanz wurde sofort mit Freuden begrüsst; indessen sind leider alle die daran geknüpften Hoffnungen vergebens gewesen, und wir sind heute in der Kenntniss des Gifts noch um keinen Schritt weiter, als man bei der ersten dieser Vergiftungen war. Bis jetzt hat noch kein Chemiker sich diesem Gegenstande gewidmet, und eine wirklich chemische Untersuchung der Giftwürste existirt bis jetzt noch nicht. Die glückliche Ursache unserer Unwissenheit ist die geringe Verbreitung des Gifts.

Die wahrscheinliche Ursache dieser giftigen Eigenschaft der Fette ist eine Umwandlung der indifferenten Fettstoffe in Säuren, welche hier freiwillig vor sich geht, und nicht durch die Einwirkung der Alkalien erst hervorgerufen wird. Diese Selbstverseifung, wie man sie nennen kann, kommt bei einigen Fettarten in sehr hohem Maasse vor, z. B. bei dem Palmöl, bei dem Zier zuerst die später von Pélouze, Boudet und Andern bestätigte Beobachtung gemacht, dass es im frischen Zustande neutral, wie jedes andere Fett sei, aber bei längerer Aufbewahrung ausserordentlich sauer werde. Die daraus entstehende Säure (Palmitinsänre) wird auch, unter Glycerinabscheidung durch Verseifung mit Alkalien gewonnen. Bei der Verseifung der Fette aus freien Stücken, d. h. durch den Einfluss der atmosphärischen Luft, bildet sich höchst wahrscheinlich noch ein anderer Stoff, welcher sich durch seine Flüchtigkeit und seinen widrigen Geruch auszeichnet. Es ist vielleicht derselbe oder ein ähnlicher Stoff, welcher bei der Destillation der Fette sich erzeugt, und das Acroleïn darstellt, welches so heftig auf die Respirationsorgane einwirkt,

obwohl der ranzige Geruch und Geschmack des alten Fettes gewiss grösstentheils nur durch die abgeschiedenen flüchtigen Säuren dieser Fette hervorgebracht wird.

Die Butter, welche, wie wir sehn werden, drei verschiedenen Fettarten enthält, welche von dem gewöhnlichen Margarin, Stearin und Elaïn verschieden sind, bildet solche flüchtige Säuren, denen der Geruch der ranzigen Butter zum Theil ganz eigen ist. Dass mit ranziger Butter eine Vergiftung vorgekommen wäre, ist mir nicht bekannt, wohl aber hat Siedler einen Fall mitgetheilt, in welchem ranziges Gänsefett die Vergiftung herbeigeführt hat. Dieser Gegenstand bietet noch ein wichtiges und ergiebiges Feld für die Untersuchung dar, welches freilich nicht ohne grosse Mühe beschritten werden kann. Die giftige Eigenschaft mancher alten Käse ist wahrscheinlich gleichfalls durch ein Ranzigwerden der darin enthaltenen Butter, vereinigt mit einer Zersetzung des Käsestoffs, herbeigeführt.

Nicht allein unverseifte Fette, oder Verbindungen der Fettsäuren mit dem Glycerin, kommen in dem thierischen Organismus vor, sondern einige dieser Säuren selbst im freien Zustande oder gebunden an Basen, als Seifen, in welchem letztern Falle sie vielleicht durch eine wirkliche Verseifung durch kohlensaure Alkalien aus dem Fette entstanden sein mögen. So erscheint z. B. die eine flüchtige Säure der Butter, die Buttersäure, in dem Schweisse der Menschen, und namentlich dem der Frauen, vorzüglich wenn dieser in der Gegend der Genitalien abgesondert wird. Einmal fand Berzelius diese Säure in dem Harne einer Person, glaubt jedoch nicht, mit Sicherheit dieselbe als beständigen Bestandtheil dieser Flüssigkeit ansehen zu dürfen. Die Buttersäure gehört vielleicht zu den mehr verbreiteten organischen Säuren, und findet sich vielleicht auch in der Pflanzenwelt. Ich habe wenigstens in dem Milchsafte des Palo de Vacca (Kuhbaum, der seinen Namen von dem milchähnlichen Safte hat), eine flüchtige Säure gefunden, welche in ihren Eigenschaften völlig mit der Buttersäure übereinstimmte.

Gmelin fand die Buttersäure an Ammoniak gebunden in

dem Magensafte vom Schaaf, und dieses Salz mag es auch wohl sein, welches in der Hautausdünstung abgeschieden wird, und, wie so viele organische, schwache Säuren nur eine geringe Verwandtschaft zum Ammoniak zeigen, seinen Ammoniakgehalt dabei verliert. Lehmann fand die Buttersäure ziemlich unzweifelhaft im Blute von Wöchnerinnen, und zwar sowohl in dem abgegangenen, als auch in dem, welches durch Blutegel dem Kopfe entzogen war. Ich glaube, dass diese Säure dem weiblichen Geschlechte, und namentlich Wöchnerinnen, eigen sein mag, nicht den Männern, wenigstens im Blute, denn im Männerblute habe ich sie vergeblich gesucht, während auch ich im Blute einer Schwangern den Gehalt an Buttersäure oder einer ähnlichen flüchtigen Säure gefunden habe.

Lecanu giebt an, dass Margarinsäure und Oelsäure frei im Blute auftreten sollten, in Galle und Gehirn werden wir eigenthümliche Fettsäuren an Natron gebunden finden.

Eine besondere Fettart, welche zwar im lebenden Organismus nicht erscheint, aber nach dem Tode des Thieres sich zuweilen bildet, ist das Fettwachs, Leichenfett, Adipocire. Die Aufmerksamkeit der Chemiker wurde erst zu Ende des vorigen Jahrhunderts auf diesen Stoff gelenkt. Auf dem Kirchhofe des Innocens zu Paris befanden sich ehemals grosse Gräber, welche 30 Fuss tief, 20 Fuss breit und lang waren, und innerhalb dreier Jahre mit 1000—1500 Särgen angefüllt wurden, die man unmittelbar über einander setzte, während die Gräber selbst geöffnet blieben. Die darin befindlichen Leichname verwandelten sich bis auf die Knochen und die Haare in eine eigenthümliche Fettart, welche den Namen Adipocire erhielt. Namentlich waren es die fetthaltigeren Theile, die Haut, Brüste, Muskeln und Gehirn, welche völlig in Fett übergingen, und dabei wenig an Volumen abnahmen, doch sehr beträchtlich an Gewicht verloren. Hingegen schwanden fast gänzlich die Lungen, Gedärme, Milz, Nieren, Uterus; die Leber schrumpft oft zu einem nussgrossen Stück zusammen. Auch die Nasenknorpel gehen in Fett über, die Ligamente werden zersört, die Knochen brüchig, und nur die Haare ganz unversehrt erhalten. Fourcroy beschäftigte sich zuerst

sorgfältig mit diesem Gegenstande, und behandelte ihn in einer eigenen Schrift: Sur les différens états des cadavres, trouvés dans les fouilles du cimetière des Innocens â Paris, 1786 etc. Die Substanz ist eine weiche dehnbare, käseähnliche, geruchlose, leichte, poröse, weisse Masse; so fand ich auch das sogenannte Fleisch aus den Gräbern vom Mont-Martre. Die Todtengräber kennen die Masse überall und schon lange; sie scheint sich besonders zu bilden, wenn der Leichnam in feuchtem Boden, ohne Zutritt der Luft liegt. Auch fliessendes Wasser, welches den Körper ganz bedeckt, bringt dieselbe Wirkung hervor. Gibbes erhielt aus einem magern Muskelfleisch schon innerhalb eines Monats auf diese Weise eine ähnliche Masse; Home fand dasselbe bei einem vom Wasser bedeckten menschlichen Leichnam, und Rouelle d'Arcet bei einem todten Hunde. Man hat an einigen Orten eine fabrikmässige Darstellung des Fettes unternommen, sie jedoch nach einiger Zeit wieder aufgegeben. Aus Nordamerika kam angeblich unter dem Namen des japanischen Wachses eine solche Masse in den Handel, welche zur Lichterfabrikation benutzt werden sollte, jedoch suchte ich mir vergebens davon zu verschaffen. Ueber die Eigenschaften und die Bestandtheile dieses Fetts sind namentlich von Gay-Lussac und von Chevreul Untersuchungen angestellt worden. Aus denen des letztern ergiebt sich besonders, dass das Fett durch Einwirkung des Ammoniaks auf das im thierischen Körper enthaltene Fett erzeugt wird, indem das Ammoniak sich durch Zersetzung (Fäulniss) der stickstoffhaltigen Bestandtheile bildet; es erzeugt sich dabei eine vollständige Fettsäure (Margarinsäure und Stearinsäure besonders), welche sich mit dem Ammoniak zu einer Seife verbunden hat. Daher finden wir die stickstoffhaltigen Substanzen verschwunden, alles Collagen, auch das aus den Knochen, woher die grosse Brüchigkeit; die stickstoffhaltige Fleischfaser, welche, wie angegeben, überall mit Fett durchzogen ist, und daher selbst bei magerm Fleische dennoch Fettsäure erzeugen kann. Aber auch Kalkerde und Magnesia sind mit der Säure verbunden. Fourcroy's Meinung, die Muskelsubstanz selbst liefere diese Fettart, und ihre Bildung

sei durchaus unabhängig von der Gegenwart des Fetts selbst, ist durchaus unrichtig *).

In den verschiedenen Thierklassen treten sehr verschiedene Fette auf, welche sich zum Theil dadurch auszeichnen, dass sie die oben angeführten weit verbreiteten Substanzen nur in eigenthümlichen Verhältnissen gemischt enthalten, zum Theil aber auch dadurch, dass sie ganz eigenthümliche Stoffe zeigen, welche oft nur auf die eine oder die andere Thierklasse beschränkt sind. Sind auch die wirklichen Fettarten bei einigen dieser Thiere nicht in chemischer Beziehung von einander abweichend, so sind es doch zuweilen geringe Beimischungen, welche dem Fette selbst eine wesentliche Verschiedenheit von andern Thierfetten beilegen. So ist z. B. das Raubthierfett dem des Menschen sehr ähnlich, jedoch ist das des Jaguar pomeranzenfarben, und scheidet bei der Verseifung ein Glycerin ab, welches durch seinen ausserordentlich widerlichen Geschmack und Geruch sich auszeichnet, der von dem des Menschenglycerins durchaus verschieden ist.

Hingegen finden wir im Schweineschmalz eine auch in andern Thierklassen vorkommende fette Säure, welche flüchtig ist, und sich beim Ranzigwerden des Fettes erzeugt; es ist die auch in der Butter vorkommende und beim Ranzigwerden derselben sich gleichfalls entwickelnde und durch den Geruch nach Böcken wahrnehmbare Capronsäure (s. bei der Butter).

Manchen Fetten hängt hartnäckig ein eigenthümliches Fett an, welches sogleich den Ursprung desselben durch den Geruch verräth; das ist z. B. namentlich der Fall bei dem Talg des Bockes. Ein eigenthümliches Fett, Hircin (Hircus, der Bock) genannt, begleitet dasselbe hartnäckig, und geht mit in die Verseifung über, die besondere Hircinsäure bildend. In viel geringerem Maasse findet sich die Hircinsäure im Hammeltalg, welcher ausserdem noch eine dem Hircin ähnliche Substanz

*) Eben so unrichtig ist es, wenn Ascherson glaubt, das Fett der Wirbelthiere verwandle sich in weniger als 24 Stunden durch Maceration in Leichenfett; dazu bedarf es jedesmal der Fäulniss, oder vielmehr der dabei Statt findenden Ammoniakentwickelung.

enthält, die man noch nicht hinreichend kennt. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass diese Stoffe es vorzüglich sind, welche dem Fleische der Böcke und der Hammel ihren ganz eigenthümlichen Geschmack ertheilen, welcher namentlich bei den ersten ausserordentlich characteristisch ist, wie dieses auch bei mancher andern Fleischsorte ganz deutlich zu erkennen ist. Die eigenthümliche Farbe, welche gewisse Fettarten besitzen, und die bei manchen Thieren offenbar von Gallenstoffen herrührt, hat in andern Fällen unbezweifelt andere Ursachen. So z. B. das gefärbte Fett der Schnäbel und Füsse mancher Vögel, das Fett der Krebsschaalen, welches beim Kochen seine Farbe so wesentlich verändert. Ueberhaupt haben die Crustaceen, und auch die mikroskopischen, oft ein besonders gefärbtes Fett, so die Daphnien und Cyclopen, deren scharlachrothe Fetttropfen Swammerdam für die Eier dieser Thiere hielt.

Besonders merkwürdig ist das Fett der Wallfische, welches unter dem Namen des Fischthranes im Handel vorkommt, und bekanntlich ein flüssiges, sehr elaïnhaltiges Fett darstellt, während bei einer Anzahl dieser Thiere nach ihrem Tode sich beim Erkalten des Thieres eine eigenthümliche, krystallinische Masse in der Schädelhöhle vorzüglich absetzt. Diese Masse, welche unter dem Namen des Wallraths, Sperma Ceti bekannt ist, findet sich vorzüglich bei den Physeter macrocephalus, Ph. Tursio, Ph. microps und orthodon; auch bei Delphinus edentulus. Dieses Stearin ist eigenthümlich durch seine sehr schwierige Verseifbarkeit, wodurch nur ein Theil des Fetts in fette Säuren, Margarin- und Oelsäure, umgeändert wird. Ein noch schwieriger zu verseifendes Fett darin ist das Aethal, $C_{32}H_{66}O_1$; durch Schmelzen mit Kali wird unter Wasserstoffentwickelung auch dieses in Margarinsäure verwandelt*).

Einer merkwürdigen Fettart will ich noch erwähnen, welche besonders in neuerer Zeit mehrfaches Interesse erregt,

*) Dumas glaubte eine eigene Säure, Aethalsäure, dadurch erhalten zu haben, $C_{32}H_{62}O_2 + H_2O$, dieselbe hat jedoch sowohl die procentische Zusammensetzung, wie auch die Eigenschaften der Margarinsäure.

und in medicinische Anwendung gekommen ist. Dies ist der sogenannte Leberthran, welcher aus der Leber des Gadus carbonarius, Morrhua, Raja clavata und R. batis gewonnen wird. Dieses Fett, gegen Gicht, rheumatische und scrophulöse Affection, gegen Rhachitis u. s. w. angewendet, und oft mit so glücklichem Erfolge, selbst äusserlich als Einreibung bei Kehlkopfschwindsucht, ist, wie zuerst Kopp vermuthete, jodhaltend. Hopfer de l'Orme bestätigte dies, und durch die Verneinung dieser Behauptung sind eine Menge von Untersuchungen von Gmelin, Stein, von mir u. a. m. hervorgerufen worden. Es ergiebt sich daraus, dass der echte Leberthran stets jodhaltig ist, nur in geringem Maasse; der, welcher des Jods ermangelt, ist falsch, und gewöhnlich Südseethran, obwohl auch sehr reine Oelsäure als solcher Thran verkauft wird, und sich durch seine Geruchlosigkeit und den milden, nicht widrigen Geschmack auszeichnet. Da die Prüfung auf Jod sogleich den Betrug nachweist, so sind die industriellen Betrüger schon klug genug, Jod oder Jodkalium hinzuzufügen. Möglich, dass ein solches Oel auch von gewünschter Wirkung sein mag, aber bevor darüber Versuche entschieden haben, darf man die Fälschung natürlich nicht gut heissen. Gewöhnlich wird zu dem verfälschten Oel eine viel zu grosse Menge Jod gefügt, so dass sie mit Leichtigkeit aufgefunden werden kann; ausserdem ist die Verbindung des Jods in dem echten Oele eine so eigenthümliche, dass sie unsern gewöhnlichen Reagentien leicht entgeht. Dies giebt ein Mittel an die Hand, die Fälschung sogleich zu erkennen.

Jod hat die characteristische Eigenschaft, sich in geringster Menge mit aufgelöstem Stärkemehl (Kleister) zu einer tiefblaugefärbten Verbindung zu vereinigen; ist daher Jod unmittelbar zu dem Thran hinzugesetzt, so braucht man denselben nur mit Kleistermasse zu schütteln, um durch die Blaufärbung sogleich den Betrug zu entdecken. Echter Thran wird dadurch nicht verändert. Wenn dadurch keine Färbung entsteht, so schüttelt man den Thran anhaltend mit Alkohol, lässt die Flüssigkeit sich scheiden, und prüft nur den Alkohol auf Jod, der dasselbe aus dem Thran ausgezogen. Oft wird je-

doch Jodkalium dem Thran beigemischt, welches allein auch nicht mit Stärke die Blaufärbung giebt; dann fügt man zu dem Thran etwas Schwefelsäure, welche das Jodkalium zerlegt, und nun auf die Stärke die Wirkung hervortreten lässt; oder man kocht den Thran mit Wasser aus, und fügt zu diesem Schwefelsäure und Stärke Hat man auf diese Weise kein Jod entdecken können, so kann man sicher sein, dass dem Thran keins absichtlich hinzugefügt worden ist; dann muss er aber, um echt zu sein, doch Jod enthalten, welches man am bequemsten auf galvanischem Wege entdeckt. Der Thran wird mit Natron verseift, die Seife geglüht, in Wasser gelöst, ein Kleistertröpfchen hinein gebracht, und dieses mit dem Platindraht des positiven Poles einer galvanischen Säule durchbrochen, sodann der negative Draht in die Flüssigkeit getaucht, wobei sogleich eine blaue Färbung des Kleisters hervortritt. Auf diese Weise lässt sich selbst bald nach dem Genuss des Thranes im Urin Jod nachweisen. Uebrigens ist die Quantität Jod im Thran nur ausserordentlich gering. In dem von Gadus Morrhua fanden Girardin und Preissier in einem Liter $\frac{15}{100}$ Grammen Jodkalium, in dem von Raja clavata $\frac{13}{100}$ Grammen; ich erhielt aus einem Liter des echten Berger Leberthrans $\frac{165}{1000}$ Grammen Jodkalium *). Da nun in 100 Theilen Jodkalium 75,95 oder fast genau 76 Theile Jod enthalten sind, so sind in jenen drei Sorten enthalten:

1 Liter	Gadus Morrhua.	Gadus Morrh. aus Bergen.	Raja
	$\frac{114}{1000}$ Gr. Jod.	$\frac{126}{1000}$ Gr. Jod.	$\frac{137}{1000}$ Gr. Jod.

Dieses Vorkommen des Jodes ist erst bei einigen Thieren bemerkt worden, aber es ist nicht unwahrscheinlich, dass mehrere Fische denselben Stoff im Fett, und vielleicht in andern Theilen des Körpers haben. In dem Seehund- und Wallfischthran konnte ich kein Jod auffinden.

*) Ein Liter ist ungefähr $\frac{4}{5}$ Berliner Quart, und ein Gramm ungefähr 16 Gran. Genau 1 Liter = $\frac{873}{1000}$ Quart, 1 Gramme = 16,$\frac{42}{100}$ Gran.

Gefässe, welche die Muskeln durchdringen.

Die physiologisch-chemische Bedeutung der in den Gefässen des thierischen Körpers enthaltenen Flüssigkeiten werde ich erst an einer spätern Stelle abhandeln können, und werde mich hier nur darauf beschränken, ihre chemische Zusammensetzung und Eigenschaften anzugeben, wie auch die, derjenigen Gefässen, in welchen sie durch den Organismus geführt werden, um später das als bekannt voraussetzen zu können, worauf die ferneren Betrachtungen sich nothwendiger Weise stützen werden. Zunächst wollen wir die Lymphgefässe mit ihrem Inhalte, der Lymphe, betrachten.

Die Lymphgefässe und die Lymphe.

Die Lymphgefässe oder Saugadern, welche von Bartholini und von Rudbeck gegen 1650 entdeckt wurden, enthalten eine eigenthümliche Flüssigkeit, welche gleichfalls seit fast eben so langer Zeit schon bekannt ist: die Lymphe. Dennoch ist die Gelegenheit nur sehr selten gewesen, reine menschliche Lymphe zu erhalten, so dass unsere Kenntnisse von diesem wichtigen Stoffe unverhältnissmässig gering erscheinen. Dazu kommt, dass man namentlich früher unter dem Namen Lymphe eine grosse Anzahl thierischer, farbloser Flüssigkeiten zusammenfasste, welche mit der Lymphe weiter nichts gemein hatten, als das weisse Ansehn des Blutserums. Die von serösen Häuten abgesonderte Feuchtigkeit, die durch Blasenpflaster ausgeschiedene, aus manchen Geschwüren ausfliessende Flüssigkeit erhielt den Namen Lymphe, und diese Lymphe war es hauptsächlich, auf welche sich die älteren Untersuchungen von Diemerbroek, Hewson, Cruikshank, Mascagni u. A. bezogen. Durch Mascagni's Beobachtungen hatte man namentlich die Verbreitung der Lymphgefässe kennen gelernt, und durch Fohmann's unübertroffene Arbeiten kennen wir diesen Theil der Anatomie besser, wie manchen andern, leichter aufzudeckenden; dennoch kennen wir die Eigenschaften der Lymphe selbst wenig.

Haller giebt in seiner Beschreibung der Lymphe durch-

aus die Eigenschaften des Blutserums an, wie denn auch Stenon, Bartholini, Drelincourt, Bellini, Wepfer, Werreyen, Monro u. A. beide Substanzen für gleich hielten. Haller nennt sie zwar gerinnbar, fügt aber sogleich hinzu, dass sie durch Wärme coagulire, und hält sie offenbar nur für eiweisshaltig. Nach seiner Beschreibung sagt er auch, dass sie Oel und Fett in Wasser auflöslich mache, wodurch er die schnelle und leichte Absorption des Fetts durch die Lymphgefässe erklärt. Senac, Quesnay und de Haën hatten ähnliche Ansichten, welchen jedoch Bucquet entgegentrat.

Schon Diemerbroek hatte gefunden, dass, wenn man Lymphe aus einem Lymphgefässe in einem Löffel auffange, dieselbe bei gewöhnlicher Temperatur gerinne. Hewson bekämpfte die Meinung, die Lymphe sei eine seröse Flüssigkeit, und beobachtete verschiedene Grade der Gerinnbarkeit derselben bei verschiedenen Thieren, in verschiedenem Gesundheitszustande. Junge, schwache Individuen hatten eine langsam gerinnbare Lymphe, und das Coagulum war nicht so fest, was auch Cruikshank bestätigte. Mascagni fand zuerst mikroskopische Kügelchen. Bis dahin war eigentlich keine chemische Untersuchung angestellt worden, und Fourcroy klagt über die seltne Gelegenheit, sich diese Flüssigkeit verschaffen zu können, und schlägt vor, wie Aderlässe auch Lymphlässe anzustellen, welche bei plethorischen Personen vortheilhaft sein möchten. Dennoch hat er selbst zwei sich ihm darbietende Gelegenheiten nur schlecht benutzt. Diese Lymphée hat Sömmering ausgeführt, doch an varicösen Saugadern, so dass er nicht einmal von selbst gerinnende Lymphe erhielt. Später waren es besonders Reuss und Emmert (1801), welche bei einer Untersuchung über Lymphe und Chylus sich diesem Gegenstande widmeten, der von Tiedemann und Gmelin, wie von Leuret und Lassaigne bei Gelegenheit weitläufiger Untersuchungen über die Verdauung noch weiter verfolgt wurde.

Selten nur bietet sich die Gelegenheit dar, reine menschliche Lymphe zu erhalten, und solche Fälle sind von Joh. Müller, Wutzer und Nasse, und endlich von mir benutzt

worden, um die Zusammensetzung und Eigenschaften dieser Flüssigkeit kennen zu lernen. Auch L. Gmelin hat Menschenlymphe untersucht.

Joh. Müller machte vor einiger Zeit die Beobachtung, dass, wenn man, namentlich bei grossen Fröschen, die Haut auf dem Oberschenkel zerschneidet, mit der Vorsicht, den grössern Blutgefässen auszuweichen, und die Haut von den Muskeln ablöst, gewöhnlich eine klare, salzige Flüssigkeit ausfliesst, welche Lymphe ist.

Sowohl in den Gefässen, als aus ihnen ergossen, stellt dieselbe eine blassgelbe, klare Flüssigkeit dar, mit einer fast unmerklichen Färbung ins Grünliche, meist frei von allem Stich ins Röthliche, wenn man jede Beimischung von Blut zu vermeiden wusste. Sie ist geruchlos, besitzt einen schwach salzigen Geschmack, gleich dem des Blutwassers, und reagirt stark alkalisch; ein Umstand, der interessant ist, da wahrscheinlich auf ihm die starke alkalische Reaction beruht, welche der Eiter auf der frischen absondernden Fläche zeigt, während der davon abgenommene Eiter neutral reagirt. Zuweilen hat man eine röthliche Lymphe beobachtet; so fanden Magendie, Tiedemann und Gmelin dieselbe bei fastenden Thieren; Müller fand sie so sehr häufig im Schlachthause an der Milz des Ochsen, was auch Hewson, Tiedemann und Gmelin, und Fohmann bemerkt haben. Seiler sah es nur selten, und Rudolphi hält es für zufällig. Mit Unrecht leitet wohl Hewson diese Färbung von beigemengten Blutkörperchen ab, sie rührt wohl vielmehr davon her, dass in den blutreichen Geweben der Milz Blutfarbstoff aufgelöst ist, wie es Müller vermuthet.

Ist die Lymphe einige Zeit, ungefähr 10 bis 15 Minuten, aus dem Gefässe heraus, so setzt sie ein spinnwebeartiges Coagulum von Faserstoff ab. Emmert und Reuss haben dies schon beobachtet, und die Natur des Coagulums richtig erkannt. Diese Gerinnung erstreckt sich zuweilen nur auf einen kleinen Theil der Flüssigkeit, zuweilen erstarrt sie völlig zu einer klaren, farblosen, zitternden Gallerte. Diese condensirt sich nach und nach, und lässt eine gelbliche Flüssigkeit

von ölartiger Consistenz zurück. Der Gehalt an Faserstoff ist nicht constant, und richtet sich, wie es Hewson schon bemerkte, nach Constitution, Alter, Gesundheit, Ernährung des Individuums, daher denn Sömmering aus den kranken Gefässen eine gar nicht gerinnende Lymphe erhielt.

Auch bei den verschiedenen Thierklassen ist der Faserstoff schwankend, obwohl unsere Erfahrungen darüber nur mangelhaft sind. Emmert und Reuss erhielten aus 92 Theilen Lymphe vom Pferde 1 Theil weichen Faserstoff, was Berzelius zu $\frac{1}{3}$ Procent berechnet; ich fand ein halbes Procent Faserstoff, Müller fand in der Froschlymphe 1,2 Procent trocknen Faserstoff, eine ausserordentliche Menge; er bemerkte jedoch auch, dass zuweilen die Lymphe der Frösche gar nicht mehr gerinne, besonders wenn die Thiere lange aufbewahrt wurden. Bei dem Froschblut beobachtet man dasselbe. Der geronnene Faserstoff ist nach den Beobachtungen von Reuss und Emmert, Lassaigne bei dem Pferde, nach den von Nasse, Müller und mir bei dem Menschen und dem Frosche völlig farblos. Tiedemann und Gmelin fanden ihn blassröthlich, doch wahrscheinlich durch eine Verunreinigung mit etwas Blut getäuscht.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Faserstoffs fand Joh. Müller, dass ihm, wie dem Faserstoffe des Blutes, die perlschnurartige Structur gänzlich fehlte.

Untersucht man frische Lymphe unmittelbar unter dem Mikroskop, oder solche, in welcher der Faserstoff geronnen und daraus entfernt ist, so findet man in beiden Fällen, obwohl das unbewaffnete Auge sie für eine homogene Flüssigkeit erkennt, eine grosse Anzahl von Kügelchen darin, Lymphkügelchen. Beim Frosch sind dieselben etwa viermal so klein als die elliptischen Blutkörperchen dieses Thieres, rund und nicht platt; sie kommen nur sehr sparsam und zerstreut darin vor. Diese Kügelchen sind durchaus unabhängig von dem gerinnenden Theile der Lymphe, und der Faserstoff gesteht keinesweges durch eine mechanische Aggregation derselben. Betrachtet man die Gerinnung der Froschlymphe unter dem Mikroskop, so sieht man sehr deutlich, wie die in grossen Zwi-

schenräumen befindlichen Körperchen gar keinen Antheil daran haben. Zwar findet man nach der Gerinnung des Faserstoffs weniger Kügelchen darin als vorher, aber dieses rührt nur davon her, dass die geronnene Masse mechanisch die festen Körper mit einschliesst, eben so wie bei der Klärung einer trüben Flüssigkeit durch gerinnendes Eiweiss. Bei dem Menschen sind die Lymphkügelchen meist grösser als die Blutkörperchen, ihr Durchmesser ist 0,002—0,005‴; sie sind rund, theils glatt, theils körnig, haben Kerne, welche 0,001—0,002‴ Durchmesser haben, und deutlich werden, wenn sie einige Zeit im Wasser gelegen haben. Auch Essigsäure löst die Schaale auf und lässt den Kern zurück, der zuweilen aus zwei bis drei aggregirten Körperchen besteht. Nur einige dieser Körperchen sind gefärbt, und H. Nasse fand namentlich nach dem Fasten ihre Anzahl grösser.

Ausser diesen Körperchen sind zuweilen Pigmentkörperchen oder auch Fetttröpfchen in der Lymphe zu bemerken.

Die chemische Analyse der Lymphe ist bisher noch sehr unvollständig; wenn man bedenkt, wie schwierig es ist, eine genaue Analyse des Bluts anzustellen, einer Flüssigkeit, welche man sich in jeder beliebigen Menge verschaffen kann, so wird man es nicht wunderbar finden, dass wir über eine Flüssigkeit, welche man nur zu wenigen Grammen erhalten kann, noch so sehr wenig wissen. Am häufigsten erhält man die menschliche Lymphe rein bei Verletzung der Lymphgefässe, auf dem Fussrücken, woher sie J. Müller, Wutzer und Nasse, ich selbst und früher schon Fourcroy nehmen konnten. Bei Streichen des Gefässes von oben herab pflegt sie herauszuspritzen. Nasse erhielt auf diese Weise in vier Tagen 11 Grammen, ich jedoch in 12 Stunden nur $1\frac{1}{2}$ Grammen.

Nur zwei vollständige Analysen der Lymphe existiren bis jetzt, die eine von Gmelin, die andere von mir und Colberg angestellt. Das spec. Gew. der letztern betrug 1,037. Wir fanden:

Wasser	96,926
Faserstoff	0,520
Eiweiss	0,434
Extractartiger Stoff (mit Verlust)	0,312
Fettes Oel Krystallinisches Fett	0,264
Chlornatrium, Chlorkalium Kohlens. u. milchs. Alkali Schwefels. u. phosphors. Kalkerde Eisenoxyd	1.544
	100,000.

Berzelius glaubt, der Faserstoff sei hier zu hoch angegeben, doch ist es wahrscheinlich, dass die Eigenthümlichkeit der Person diese grosse Menge bedingt hat. Uebrigens war die Flüssigkeit nicht mehr ganz unzersetzt, sondern mehrere Tage alt, als ich sie zur Untersuchung erhielt. Ich glaube jedoch nicht, dass eine wesentliche Veränderung vorgegangen war.

Gmelin fand die Zusammensetzung ziemlich ähnlich:

Wasser	96,10
Eiweiss	2,75
Faserstoff mit etwas Blut	0,25
Chlornatrium, kohlensaures Natron Phosphors. Natron, ptyalinähnl. Körper	0,21
Osmazom, Kochsalz mit organ. Säure	0,69
	100,00.

Auch Bergemann hat die Lymphe untersucht, doch nur qualitativ. Er fand Faserstoff, Eiweiss, Kochsalz, ein wenig kohlensaures Natron, und eine Spur von kohlensaurer Kalkerde. Hünefeld giebt an, phosphorsaures Natron gefunden zu haben, und Fourcroy endlich spricht von Schwefel, den er im Serum bemerkt habe; wahrscheinlich aus zersetztem schwefelsauren Salze herrührend.

Lassaigne hat mit Leuret die Pferdelymphe untersucht, welche sie aus den Saugaderstämmen am Halse gesammelt hatten. Sie und Chevreul fanden:

	Lass. Leuret.	Chevreul.
Wasser	92,500	92,64
Faserstoff	0,330	0,42
Eiweiss	5,736	6,10
Chlornatrium Chlorkalium Kohlensaures Natron	1,434	0,18
Phosphors. Kalkerde Kohlensaures Kali		0,05
	100,000.	100,000.

In beiden Analysen scheint der Eiweissgehalt etwas zu hoch angegeben zu sein, da bis auf den Faserstoff ihm alle andern thierischen Substanzen beigezählt sind.

Tiedemannn und Gmelin haben ausserdem die Lymphe von Thieren untersucht, welche theils gefastet hatten, theils gefüttert waren. Die aus dem Milchbrustgange von Hunden, die lange Zeit gefastet hatten, war gelblich, durchsichtig, zu einer gallertartigen Masse gerinnend. Die aus dem Milchbrustgange und Plexus lumbalis von Pferden, die 1—2 Tage gehungert hatten, war röther, oft blutähnlich und vollkommen gerinnend. Die von hungernden Schaafen war schwach getrübt, fast farblos und vollständig gerinnend. Brande erhielt aus dem Ductus thoracicus von Thieren, welche 24 Stunden gefastet hatten, eine wasserhelle, neutrale, nicht durch Hitze und Säuren gerinnende, sich durch Weingeist etwas trübende Flüssigkeit, welche sehr wenig Rückstand hinterliess.

Neuerlich hat Rees die Lymphe eines jungen Esels untersucht, welcher 7 Stunden vorher eine Menge Hafer- und Bohnenmehl genossen hatte. Die Lymphe des durch einen Schlag auf den Kopf getödteten Thieres wurde aus den untern Extremitäten genommen. Die Analyse lieferte folgendes Resultat.

Wasser	96,536
Eiweiss	1,200
Faserstoff	0,120
Alkoholisches Extrakt	0,240
Wässriges Extrakt	1,319
Fett	Spur.
Salze {der Alkalien, Chloride, schwefelsaure, phosphorsaure, kohlensaure; Eisenoxyd.}	0,585
	100,000.

Die Gefässe, welche die Lymphe führen, die Lymphgefässe oder Saugadern, Vasa resorbentia, haben in ihrer Structur und Zusammensetzung grosse Aehnlichkeit mit den Venen, in welche sie unmittelbar im Ductus thoracicus major und minor übergehn, namentlich sind an diesen Stellen beide Gefässsysteme ungemein ähnlich; doch zeigen die Lymphgefässe viel dünnere und durchsichtigere Wände, eine ungleich grössere Anzahl von Klappen, die auch hier durch bogenartige Zellstofffaserbündelchen gebildet werden, welche die innere Gefässhaut durch eine Dupplicatur einhüllt. Mit den Arterien communiciren sie nicht unmittelbar. Wenn einige Anatomen, wie Tiedemann und Fohmann, glauben, dass in den Drüsen die Lymphgefässe in die ungefärbten Enden der Venen übergehen, so ist dies wohl eine Folge einer missglückten Injection, wie es J. Müller nachzuweisen suchte. Stete Begleiter der Venen und Arterien, folgen sie doch jenen namentlich nicht so völlig in der baumförmigen Anordnung, sondern vereinigen sich meist nur in Lymphdrüsen und unregelmässigen Anastomosen zu einigen dicken Stämmen, bis sie endlich in den Ductus thoracicus zusammengeführt werden, welcher sich in das Venensystem ergiesst, an der Stelle, wo die Vena subclavia sinistra sich mit der Vena jugularis interna sinistra vereinigt.

Aber wie die Venen zwei Schichten bildend, verläuft der geringere Theil derselben nahe den Knochen an den Arterien und Venen entlang, während die bei weitem grössere Anzahl neben den Venen der Haut gleichfalls oberflächlich sich fortzieht. Lauth fand am Oberschenkel die Anzahl jener nur

fünf bis sechs, dieser hingegen bis auf dreissig. Aus zwei Häuten, die einander bedecken, bestehend, zeigen die Lymphgefässe in der innern derselben die grösste Aehnlichkeit mit der allgemeinen Gefässhaut der Venen und Arterien, während die äussere feste und dicke aus Bündeln besteht, welche in die untere Schicht hineinlaufen, und so beide mit einander verweben. Diese obere Schicht enthält kleine Blutgefässe, und vielleicht selbst Lymphgefässe und Nerven. Dabei sind jedoch die Wände so dünn, dass sie völlig durchsichtig, sehr schwer wahrgenommen werden können, wenn sie mit einer ungefärbten Flüssigkeit, oder gar nicht gefüllt sind. Die mit Chylus erfüllten Gefässe sind weiss, und die mit blutähnlicher Lymphe angefüllten erscheinen röthlich; und doch sind sie fester und ausdehnbarer als die Venen und selbst die Arterien. J. F. Mekkel, Sheldon, Werner und Feller haben Versuche hierüber ausgeführt und gezeigt, dass eine Quecksilbersäule von viel bedeutenderer Höhe von den Lymphgefässwandungen getragen wird, als von gleich dicken und selbst dickern Arterien und Venen.

Wie die Arterien, so treiben die Lymphgefässe ihren Inhalt weiter fort, und sind wie diese contractil; werden sie unterbunden oder comprimirt, so schwellen sie an, indem die Klappen den Rücklauf der Flüssigkeit hindern, und erhalten ein knotiges Ansehn. Vielleicht sind sie selbst empfindlich, jedoch sind die darüber bis jetzt angestellten Versuche nicht entscheidend. Diese forttreibende Kraft ist eine vitale Eigenschaft der Lymphgefässe, und steht ungefähr der des Herzschlages gleich. Bei einigen Thieren, den Amphibien, ist diese forttreibende Kraft so schwach, dass sie unzureichend ist, und durch Herzschläge unterstützt werden muss. Diese werden durch vier von Müller und Panizza gleichzeitig entdeckte Lymphherzen hervorgebracht, von denen zwei für die oberen und zwei für die unteren Extremitäten bestimmt sind, und welche eine völlige Systole und Diastole zeigen.

Die hauptsächlichste Eigenschaft der Lymphgefässe ist die merkwürdige resorbirende Kraft, mit der sie ausgestattet sind, und welche von einigen Physikern nur als eine rein physi-

kalische Erscheinung betrachtet wird. Dies ist jedoch wohl eine nicht richtige Ansicht, da wir die Lymphgefässe so ungemein empfindlich gegen eine Menge von Einflüssen sehn, welche offenbar mit dieser Erscheinung zusammenhängen. So sehn wir diese Gefässe sehr heftig anschwellen, sich entzünden und sehr lebhaften Schmerz verursachen (vielleicht durch Reizung der Lymphgefässnerven?), welcher besonders in den zunächstliegenden Lymphdrüsen sich ausspricht, wenn thierische Gifte, z. B. bei Schlangenbiss, sie afficiren, oder bei einer Verletzung während der Section fauliger Leichname, rotzkranker Pferde, bei syphilitischen Affectionen, welche dann häufig sehr bösartige Folgen haben kann. Selbst bei dem Impfen der Pocken treten diese Erscheinungen, wiewohl milder ein. Bei Einreibungen von Brechweinstein, Quecksilbersalben, nach Blasenpflastern u. s. w. werden ähnliche Zufälle beobachtet. Wir sehn daher hier offenbar, dass diese Gefässe eine besondere Reizbarkeit haben, welche nicht nur auf die normale Function sich erstreckt, sondern ihnen im Allgemeinen zukommt.

Diese resorbirende Fähigkeit wird von einigen Gelehrten als ein besonderer Fall der Capillarität betrachtet.. Diese, oder die Haarröhrchenkraft, zeigt sich bei Röhren von geringem Durchmesser (daher Haarröhrchen oder Capillarröhren, obwohl die Erscheinung noch bei Röhren von 3 — 6 Linien Statt findet), welche, in eine sie benetzende Flüssigkeit getaucht, dieselbe in die Höhe ziehn, und sie beträchtlich über das Niveau der Flüssigkeit selbst erheben. Bei sehr dünnen Röhren, Thermometerröhren, kann dies mehrere Fuss betragen. Die Kraft, mit welcher dieses Heben der Flüssigkeit geschieht, ist nach dieser Höhe zu beurtheilen, und muss eine sehr bedeutende sein; sie wird hervorgerufen durch die Flächen-Anziehung des festen Körpers zur Flüssigkeit. Die Erscheinungen der Capillarität treten uns täglich vor Augen, und sie sind verwandt mit den mechanischen Phänomenen der Flächenanziehung überhaupt (p. 157.).

Auf die Capillarität hat man die Erscheinungen des aufsteigenden Saftes in den Pflanzen zurückführen wollen; jedoch ist nachweisbar die Kraft, mit welcher die Gefässe der Pflanzen

im Frühjahr, wenn sie im Saft sind, diesen emporheben, beträchtlich grösser, als dass man sie diesem Grunde zuschreiben dürfte. Ein im Frühjahre abgeschnittener Weinstock lässt den Saft bald oben in Fülle herausfliessen, und bindet man eine Glasröhre senkrecht auf das Ende, so sieht man in dieser den Saft viele Fuss emporgedrückt werden, eine Erscheinung, welche die dünnste Capillarröhre nicht hervorzubringen vermag.

Wir dürfen daher wohl nicht annehmen, dass, wenn auch Capillarität mit dieser Wirkung zusammenhängt, sie allein die Ursache sei. Sie ist vorhanden, denn sie ist es überall, wo Flüssigkeit und dünne Röhren zusammenkommen, aber der physikalische Effect wird unterstützt durch einen vitalen, den man mit rein physikalischen Gesetzen weder erklären, noch durch physikalische Experimente nachzuahmen vermag.

Ebenso wie bei den Gefässen der Pflanze nothwendig Capillarität activ sein muss, so auch bei den Gefässen der Thiere, und namentlich bei den dünnen Lymphgefässen; aber man darf desshalb durchaus nicht annehmen, die Flüssigkeit der Lymphgefässe werde in diese hineingebracht durch die Capillarität, denn dazu müssten die dünnen Enden der Gefässe offen sei, um mit den offenen Enden als Haarröhrchen zu wirken. Sie sind jedoch verschlossen, und ihre Wirkung als Haarröhrchen kann sich nur auf die Fortschaffung des in ihnen enthaltenen Saftes beziehen, welche aber gleichfalls durch die active Thätigkeit der Gefässwandungen selbst unterstützt wird.

Die Erscheinungen, welche die Resorption der Lymphgefässe zeigen, sind so sehr übereinstimmend mit denen, welche wir bei den übrigen Gefässen, den übrigen thierischen Häuten und Organen überhaupt finden, dass ich diesen bei der Abhandlung der vitalen Erscheinungen, einen besondern Abschnitt widmen werde.

Eine besondere Lymphe stellt der Chylus oder Milchsaft dar, das ist die Flüssigkeit, welche von den Lymphgefässen des Nahrungskanals (Vasa lactea) aufgenommen wird, und durch den Ductus thoracicus dem Blute zugeführt wird. Seine Betrachtung gehört in das Capitel der Verdauungserscheinungen.

Blutgefässe und das Blut.

Zahlreicher als Nerven und Lymphgefässe durchziehen die Muskelsubstanz die Blutgefässe in grösseren oder kleineren Röhren, theils Arterien-, theils Venenblut führend. Aber nur gering ist die Masse dieser fein vertheilten Blutgefässe in Vergleich mit den mächtigen Gefässstämmen, von denen diese als kleine Zweige ausgehen, und in welchen sie, wiederum zurückkehrend, sich vereinigen, um von Neuem einen Kreislauf beginnen zu lassen, ohne den das Leben erlischt, und welcher so innig mit den Lebenserscheinungen verknüpft ist, das man ihn wohl als hauptsächlichstes Lebensprincip betrachtet hat.

Ehe wir zu den chemischen Betrachtungen uns wenden, welche sich an diese wichtigen Organe mit ihrer Flüssigkeit knüpfen, wollen wir einen Augenblick unsere Aufmerksamkeit auf die mechanischen Erscheinungen richten, welche bei dem Kreislaufe Statt finden.

Das Hauptorgan der Bewegung des Bluts, wenn nicht das einzige, ist das Herz, welches durch einen Muskel gebildet wird, daher in chemischer Beziehung die Eigenschaften besitzt, welche den Muskeln im Allgemeinen zukommen. Neben dem Herzen giebt es jedoch offenbar noch eine zweite Ursache, das Blut in den Gefässen zu bewegen, und namentlich es in einige dieser in grösserer Menge als gewöhnlich hineinzutreiben, z. B. in die capillarischen Gefässnetze, die der Wangen, des Halses u. s. w., beim Erröthen, und den entgegengesetzten Effect hervorzubringen, beim Erbleichen. Es ist eine ähnliche Anhäufung des Bluts bei Entzündungen zu bemerken, welche gleichfalls nicht von dem Herzen ausgehn kann, sondern eine partielle, wahrscheinlich nervöse Wirkung ist, wie denn überhaupt die ganze Bewegung des Herzens eine nervöse ist, oder durch Einfluss der Nerven unterhalten wird. Schon aus dem Einfluss, welchen eine Nervenaffection auf die Geschwindigkeit des Herzschlages ausübt, können wir einen Schluss machen, abgesehen von einer Menge anderer Gründe; an diesem nervösen Einfluss nehmen die mit dem Herzen zusammenhängenden Gefässe Antheil, woraus sich jene Erscheinungen dann erklären.

Annahmen, wie die von C. H. Schultz, welche das Blut als ein Lebendiges, als ein sich selbstständig Bewegendes darzustellen suchen, sind unbewiesene und höchst unwahrscheinliche, um nicht geradezu zu sagen, falsche, und daher willkürliche. Indessen hat man seit Harvey's Entdeckung des Kreislaufs des Bluts überhaupt soviel Erklärungen, Annahmen und Hypothesen hierüber aufgestellt, dass man nicht staunen darf, noch unrichtigeren, als je gemacht wurden, zu begegnen.

Das Herz hat in seiner Structur und mechanischen Wirksamkeit eine grosse Aehnlichkeit mit einer Pumpe oder Spritze. Es besteht aus einem hohlen Muskel, welcher konisch, aber doch abgerundet, mit der Spitze nach unten und vorn, mit der breiten Basis nach oben und hinten liegt, und zwar bei den meisten Thieren auf der linken Seite im Thorax gelegen. Durch eine Scheidewand ist die Höhlung in zwei Abtheilungen, die sogenannten Kammern, getheilt, in welchen auf der Basis die Oeffnungen für die Gefässe des aus- und einströmenden Bluts sich befinden. Die des ausströmenden Bluts, die Arterien, gehen unmittelbar in die Herzsubstanz über, so dass man das Herz als aus den verdickten Muskelfasern dieser Gefässe gebildet betrachten kann; die des einströmenden Blutes hingegen, die Venen, bilden erst einen muskulösen Sack, der gleichfalls getheilt nun die beiden Herzkammern, Vorhöfe oder Herzohren darstellt. Eine jede der Vorkammern steht mit einer Herzkammer durch eine Oeffnung in Verbindung. Diese Oeffnungen sind mit drei Klappen versehen, welche, ungefähr wie die Klappen der Spritzen und Pumpen, theils dem einströmenden Blute sich öffnen, jedoch das Ausströmen durch diese Oeffnungen verhindern, und theils umgekehrt das Ausströmen durch die andern Oeffnungen gestatten, indessen hier dem Einströmen Widerstand leisten. Die linke Herzkammer sendet das Arterienblut in die ausströmenden Gefässe, welche es durch den ganzen Körper treiben; dort verzweigt, gehen sie durch die Capillarnetze wieder zusammen in nicht mehr pulsirende Venen, welche sich wiederum sammeln, und in einem Stamm ihr Blut in die rechte Vor-

kammer ergiessen. Aus diesem gelangt das Venenblut in die rechte Herzkammer, welche dasselbe in die Lungen treibt, wo es, in feinsten Gefässen verzweigt, durch das Athmen verändert, sich in einem einzigen Stamme gleichfalls sammelt, und aus diesem sich in die linke Vorkammer ergiesst, um aus dieser in die linke Kammer zu treten, und diesen Weg von Neuem zu beginnen. Jenen Kreislauf durch den Körper nennt man den grossen Kreislauf; er wandelt das Arterienblut in das venöse um; den durch die Lungen gehenden nennt man den kleinen Kreislauf; er wandelt das venöse Blut in das arterielle um, welches dann durch den grossen Kreislauf wiederum als venöses in die rechte Vorkammer zurückkehrt. Anders ist der Vorgang bei Fischen und Amphibien, welche nur eine Herzkammer besitzen. Die Bewegung des Herzens, durch welche das Blut aus den Kammern in die Arterien gepresst wird, und die der Vorkammern, welche dasselbe in die Kammern ergiessen, ist eine Contraction, welche gleichzeitig in den beiden Vorkammern erfolgt. Dabei werden die beiden Kammern jedesmal völlig entleert, und nach einem Moment der Ruhe, sogleich wieder von den Vorkammern aus angefüllt. Die mit Blut angefüllten Arterien müssen, um das ihnen zugeführte Blut aufnehmen zu können, das schon in ihnen enthaltene fortschaffen, was mit einem Stoss verbunden ist, der sich durch das ganze arterielle System fortsetzt, und als Puls fühlbar und sichtbar ist. In den Enden der Arteriennetze, den Capillargefässen, hört erst der Stoss auf, und in den Venen findet ein gleichförmiges Fortfliessen des Bluts Statt. Bei dem Pulsschlag wird die elastische Arterie etwas ausgedehnt, zieht sich aber sogleich, bis der neue Pulsschlag eintritt, auf ihr ursprüngliches Volumen zurück.

Nur an einer Stelle finden wir, dass venöses Blut pulsirt, und arterielles nicht, oder, dass die Arterien venöses Blut, und die Venen arterielles Blut führen; nämlich die aus der linken Herzkammer entspringenden Arterien, welche das Blut (venöses) in die Lungen treibt, und die in die rechte Vorkammer einmündende Vene, welche das aus den Lungen zurückkehrende arteriell gewordene Blut in das Herz zurückführt.

Ausser diesem grossen Kreislauf des Bluts durch den ganzen Körper und dem kleinen durch die Lungen haben wir noch einen dritten, sogenannten kleinsten Kreislauf. Das Blut der Verdauungsorgane, der Milz, des Darmkanals, des Magens, des Pankreas und des Mesenteriums gelangt nicht unmittelbar in die untere Hohlvene, und durch diese in das Herz und die Lungen, sondern die dasselbe führenden Venen vereinigen sich zur Pfortader, und leiten dasselbe zur Leber, wo es sich in dem Capillargefässsystem derselben ausbreitet. Hier gesammelt durch die Lebervene, geht es durch diese in die Hohlvene.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Blut durch den Körper verbreitet, ist erstaunlich gross; man kann sie beurtheilen aus unschädlichen Stoffen, welche man dem Blute beimischt, und die Zeit misst, in welcher sie an einem andern Orte sich befinden. Zu diesem Zwecke wählt man am besten das völlig unschädliche Cyaneisenkalium, welches im Handel den Namen Blutlaugensalz, und auch wohl blausaures Kali *) führt.

Dieses giebt mit Eisenoxydsalzen oder Eisenchlorid, selbst in kleinster Menge, den bekannten blauen Niederschlag von

*) Dieser Name, blausaures Kali, ist nicht allein unrichtig, sondern kann selbst zu traurigen Verwechselungen Anlass geben. Nur aus einer solchen ist ein vor Kurzem vorgefallenes Ereigniss zu erklären, wo ein Arzt in Breslau eine sehr grosse Dosis blausaures Kali verschrieb, und die unwissenden Apothekergehülfen auch solches bereiteten und verabfolgten. Der augenblickliche Tod des Patienten war die Folge. Das blausaure Kali, oder vielmehr Cyankalium, ist ein sehr heftiges Gift, und bekanntlich nicht officinell, kann auch nur schwierig aufbewahrt werden, da es sich, namentlich im aufgelösten Zustande, sehr leicht zersetzt. Wenn man es frisch bereiten will, so darf man nicht, wie es vielleicht in jenem Falle geschehn ist, es durch Sättigen von Blausäure mit kohlensaurem Kali darstellen wollen, da die Blausäure die Kohlensäure nicht aus ihren Salzen austreibt, sondern darf dazu nur kaustisches Kali anwenden; sonst erhält man eine, natürlich ausserordentlich giftige Flüssigkeit, welche sowohl Blausäure als kohlensaures Kali aufgelöst enthält. Am besten ist es, jene obsoleten und unrichtigen Namen durchaus zu verbannen.

Berlinerblau, welcher, wenn er zu gering ist, um als Pulver sich auszuscheiden, doch die Flüssigkeit blau färbt. Hering hat sich dieses Salzes zu seinen Versuchen über diesen Gegenstand bedient, und bei Pferden gefunden, dass die Zeit, welche die Lösung brauchte, um von der einen Jugularvene durch die rechte Herzkammer, den kleinen Kreislauf, die linke Herzkammer, den grossen Kreislauf bis an die entgegengesetzte Jugularvene zurückzulegen, zwischen 20—25 Secunden betrage. Diese Zeit wurde bei fast allen Versuchen gleich gefunden, jedoch ist sie wahrscheinlich nicht der richtige Ausdruck für die Geschwindigkeit, sondern die Substanzen sind offenbar auf kürzerem Wege zu der entgegengesetzten Seite gelangt, als durch die ganze Blutbahn.

Man kann die Geschwindigkeit des fliessenden Bluts aus der absoluten Menge desselben, der Anzahl der Herzschläge und der Menge, welche mit jedem Herzschlage entleert wird berechnen, wobei jedoch eine sehr zweifelhafte Zahl als Function auftritt, nämlich die absolute Menge des Bluts. Diese wird von den verschiedenen Beobachtern höchst verschieden angegeben.

Herbst schätzt die Blutmasse des Menschen auf 10 Pfund, Lehmann und E. Weber bei einem ausgewachsenen (180 Kilogramme schweren?) Manne auf 6 Kilogramme, also ungefähr 13 Pfd.; ich selbst nahm sie bei früheren Berechnungen zu 20 Pfd. an, und diese Menge scheint mir nicht zu gross, indem einzelne Beobachtungen zeigen, dass vollblütige Personen bei weitem mehr verlieren können. So sahe Wrisberg eine Frau bei einem lethalen Mutterblutsturz 26 Pfd. verlieren, und bei einer vollblütigen Hingerichteten sammelte man 24 Pfd. Blut. In beiden Fällen muss doch nothwendig noch Blut im Körper zurückgeblieben sein. Mit Sicherheit die Sache zu entscheiden, ist fast unmöglich. Man könnte es vielleicht bei grösseren Thieren auf die Weise, dass man nach und nach verschiedene Mengen Blut bei einem Aderlasse entzöge, und, bis zu sehr grossem Blutverluste, die Schnelligkeit des Pulses untersuchte, und sodann die Grösse des Herzens, oder vielmehr die der Kammern. Dabei würde jedoch noch eine

unbewiesene Voraussetzung sein, dass das Herz auch bei dem Blutverluste eine gleiche Menge Blut aussendet.

Nehmen wir 20 Pfd. Blut als normal bei dem Menschen an, und zugleich, dass 2 Unzen Blut durch jeden Herzschlag fortgeschafft werden, die Zahl der Herzschläge zu achtzig in der Minute, so bedarf das Blut, um in dem Körper zu circuliren, 2 Minuten; bei 10 Pfd. natürlich nur 1 Minute; eine Zeit, welche jedoch in jedem Fall zu kurz ist.

Die Gefässe, welche das Blut enthalten, und es von dem Herzen durch den Körper dem Herzen wieder zuführen, sind verschieden, je nach dem sie das dem Herzen in den Körper entströmende, arterielles, oder aus dem Körper zurückkehrendes, dem Herzen wieder zuströmendes, venöses Blut führen. Die Structur beider ist nach ihren Functionen verschieden. Die Arterien werden durch drei, in Zusammensetzung und Structur von einander abweichende Häute gebildet, von denen die innerste und äusserste mit den entsprechenden der Lymphgefässe und der Venen übereinstimmen, während die mittlere nur den Arterien selbst zukommt, und offenbar Antheil an der Bewegung des Bluts hat. Sie wird gebildet durch Ringfasern, und in ihr verlaufen die Enden der Vasa vasorum und die Nerven der Gefässe, die sich auf der äussern Haut, ausbreiten. Die Festigkeit der Arterienhäute ist sehr beträchtlich, und ebenso ihre Elasticität. Die Aorta des Schweines, um $\frac{2}{3}$ ausgedehnt, zieht sich wieder in ihre vorige Lage zurück, und Schwann fand, dass sich dieselbe bei einem Druck von 160 Millimeter Quecksilber um $\frac{3}{11}$ ihrer Länge und $\frac{5}{14}$ in der Peripherie ausgedehnt habe. Bei dem Pulsschlage findet eine solche Ausdehnung gleichfalls Statt und Poiseuille fand sie bei den Carotis des Pferdes um $\frac{1}{23}$.

Die chemischen Eigenschaften der Arterien sind nicht hinreichend gekannt, namentlich die der gesonderten Schichten, und wenn Eulenberg z. B. die Beschaffenheit der innern Haut ebenso fand wie die der mittlern, so hat er offenbar nicht beide von einander gehörig getrennt. Die innere Haut, ein einfaches Pflasterepithelium, durchzieht nicht nur alle Arterien, sondern dehnt sich auch durch die Höhlen des Herzens

aus, und ebenso durch die Venen und Lymphgefässe. Dass sie, nach den verschiedenen Gefässen, eine besondere katalytische Wirkung auf die in derselben enthaltene Flüssigkeit ausüben sollte, ist nicht sehr wahrscheinlich.

Die fasrige, mittlere Haut der Arterien verliert beim Trocknen wenig Wasser; Eulenberg fand 71⁰⁄₀; dabei wird sie dunkel, fast schwarz und spröde, erlangt jedoch durch Wasser ihr voriges Ansehn wieder. Sie widersteht hartnäckig der Fäulniss, wie die Arterien selbst, welche man auf diese Weise aus faulenden Organen, z. B. Milz, Leber u. s. w., leicht in den feinsten Verzweigungen erhalten kann; doch zerfallen auch sie bei fortgesetzter Fäulniss. In Wasser ganz unlöslich, wird sie durch längeres Kochen mit demselben gleichfalls nicht verändert. Kocht man sie indessen längere Zeit, bis gegen fünf Tage, oder kürzere Zeit im Papinianischen Topfe, so löst sie sich auf und giebt einen Leim, welcher mehr Chondrin als Colla ist; seine Auflösung wird von essigsaurem Bleioxyd getrübt, sehr stark durch Essigsäure, schwefelsaure Thonerde und Alaun gefällt, von schwefelsaurem Eisenoxydul kaum getrübt. Jener Niederschlag löst sich in schwefelsaurer Thonerde im Ueberschuss nicht wieder auf. Für ein Gemenge beider Leimarten kann man denselben nicht halten, sondern wahrscheinlich ist er eine, dem elastischen Gewebe eigenthümliche, welche wohl eine nähere Untersuchung verdiente. Eulenberg erhielt aus 30 Gran der mittlern Haut nach 120-stündigem Kochen 11 Gran Leim.

Essigsäure, selbst kochende, löst diese Arterienhaut nicht; sie schwillt darin auf; dagegen wird sie von verdünnten mineralischen Säure (Salpeter-, Schwefel-, Phosphor- und Chlorwasserstoffsäure) bei etwas erhöhter Temperatur gelöst, während concentrirte Säuren sie zersetzen, und in einen Brei verwandeln. Jene Lösung wird weder von Alkali noch Cyaneisenkalium niedergeschlagen, wohl aber durch Galläpfeltinctur. Kaustisches Kali löst sie zu einer klaren, durch Säuren nicht fällbaren Flüssigkeit auf, jedoch setzt eine gesättigte, alkalische Lösung, gemischt mit einer gesättigten sauren, nach vorhergehender Trübung einen Theil des Gelösten ab. Durch anhal-

tendes Kochen mit Kali wird Leim gebildet, und vielleicht auch Leimzucker.

Jos. Scherer hat die mittlere Haut der Arterien einer Elementaranalyse unterworfen. Er fand, nach Abzug von 1,7% Asche, darin:

Kohlenstoff	53,75
Wasserstoff	7,08
Stickstoff	15,36
Sauerstoff	23,81
	100,00.

Doch bedarf diese Angabe, wie die übrigen dieses Chemikers, noch der Bestätigung (s. p. 166. Anmerk.), so dass wir bisjetzt noch keinen ganz sicheren Schluss hieraus ziehen dürfen.

Die fasrige Haut hat man früher wohl für Muskelfasern erklärt, und aus ihnen die Bewegung des Bluts in den Arterien, jedoch sind die chemischen Eigenschaften des Muskelfaserstoffes so durchaus von diesen verschieden, dass die chemische Untersuchung schon hinreicht, um diese Idee zu widerlegen.

Nur von dem Herzen unmittelbar gehen die Muskelfasern desselben in die Arterien über, und erscheinen diese daher auch dort davon durchwebt. — Die innere Haut zeichnet sich dadurch aus, dass sie zuweilen Steine, oder vielmehr Knochen enthält, welche vorzüglich bei alten Leuten erscheinen, und dann namentlich in der Nähe des Herzens. Es sind dieselben meist aus den Salzen des Bluts gebildet.

Von den Arterien in der Structur schon verschieden sind die Venen. Diese, wie die Lymphgefässe mit Klappen ausgerüstet, welche das Zurückfliessen verhindern, haben keine eigenthümliche fortbewegende Kraft wie die Arterien, keine Elasticität und daher auch keine Pulsirung. Man könnte vielleicht daraus schliessen, dass auch die Lymphgefässe, auch mit zahllosen Klappen versehen, keine forttreibende Kraft besitzen, welche sonst die Klappen überflüssig machen würde. Die innerste Haut der Venen ist, wie gesagt, dieselbe wie die der Arterien, die mittlere weicht aber von der arteriellen wesentlich ab. Sie wird durch Längenfasern gebildet, ist zwar

auch elastisch, jedoch nicht wie die arterielle, und durch eine äussere, der der Arterien ähnliche Haut, jedoch viel dünnere bedeckt.

Von dieser Structur machen nur zwei Gefässe eine Ausnahme, nämlich die aus der rechten Herzkammer gehende Arterie hat die Structur der Venen, indem sie ja auch in der That venöses Blut führt; die das arterielle Blut aus den Lungen zurückführende Vene hat die Structur der Arterien.

Das Charakteristische für beide Gefässsysteme ist die mittlere Haut, von welcher Berzelius meint, sie sei es vielleicht, welche den katalytischen Einfluss auf die Flüssigkeit der Gefässe ausübe, und nicht allein zu ihrer Veränderung, sondern vielleicht selbst zu ihrer Bildung beitrage.

Durch electrische und galvanische Reize werden die Gefässe nicht afficirt, während das Herz lebhaft davon ergriffen wird, eine Erscheinung, die übrigens von mehreren Beobachtern geleugnet wird. Ich habe sie jedoch oft gesehn, und nicht allein an Herzen von Fröschen, sondern bei Hunden und Katzen und einmal beim Pferde, kurz nach seinem Tode, und zwar schon durch ein einfaches Plattenpaar. J. Müller's Beobachtungen stimmen mit diesen überein.

Durch Einwirkung der Mineralsäuren und anderer chemischer Reagentien indessen hat man zuweilen eine Contraction der Arterien wahrgenommen, jedoch ist diese eine rein chemische Reaction, indem der Haut dadurch Wasser entzogen wird und sie dabei zusammenschrumpft. Tiedemann und Gmelin sahen diese Contraction bei einer Arterie, welche schon ein Jahr lang im Weingeist gelegen hatte, durch Schwefelsäure hervorgerufen werden; es kann also wohl keine vitale Erscheinung sein.

Das Blut.

Die Flüssigkeit, welche in den Arterien und den Venen enthalten ist, und während des Lebens des Thieres in denselben circulirt, ist das Blut, welches sich von der Flüssigkeit der Lymphgefässe durch die rothe Farbe auszeichnet, während die Lymphe eine ungefärbte Flüssigkeit darstellt.

Die Farbe des Bluts ist die bekannte dunkel- oder hellrothe, je nachdem dasselbe aus den Arterien oder den Venen entnommen ist. Da das gewöhnlich gelassene und daher auch untersuchte Blut das Venenblut ist, so kennt man gewöhnlich auch die äussern Eigenschaften des Arterienbluts weniger. Bei den niedern Thieren ist das Blut verschieden gefärbt, jedoch wollen wir hier nur die Eigenschaften und die Zusammensetzung des Menschenbluts, oder die der höheren Thiere betrachten. Die Farbe des Bluts ist aber auch bei den Menschen verschieden, wenn es auch Venenblut ist; so finden wir es bei Kindern heller als im Alter, bei Frauen gleichfalls höher roth als bei gleichaltrigen Männern, dagegen ist es bei schwangern Frauen besonders dunkel. Kräftige Männer haben dunkeles Blut, namentlich wenn sie sehr vollblütig sind; zarte, schlaffe, blonde und phlegmatische, überhaupt blutarme Personen haben helleres Blut. Auch bei verschiedenen Nationen scheint das Blut verschieden gefärbt. Ich habe das Blut eines Negers dunkeler gefunden, als dass des Europäers, ohne natürlich diess in Verbindung mit der Hautfärbung bringen zu wollen. Auch die Lebensweise hat einen Einfluss auf die Färbung des Bluts, und träge, oder viel sitzende Menschen haben gewöhnlich dunkleres Blut, als solche, die sich viel Bewegung machen. So erinnere ich mich namentlich in einem Krankenhause das Blut der Schneider immer dunkeler gesehen zu haben, als das von andern Arbeitsleuten.

Bei Ohnmachten ist das Blut gewöhnlich heller; und auch bei Thieren im Winterschlaf ist es ziemlich hell. Salze verändern die Farbe des Bluts ungemein, und oft kann ein genossenes Arzneimittel dadurch, dass es in das Blut übergeführt wird, die Farbe desselben sehr ändern, so z. B. der Salpeter und die kohlensauren Salze, in welche auch durch die Verdauung die pflanzensauren umgewandelt werden. Man kann daher bei der Beurtheilung der Farbe des Bluts zuweilen einer Täuschung unterworfen sein.

Dass zuweilen die Farbe des Bluts eine weisse sei, ist schon angeführt worden, und wir finden diese Fälle namentlich bei trunksüchtigen Menschen, offenbar in Folge einer be-

trächtlichen Menge Fett, welche in dem Blute aufgeschwemmt ist. Bei Thieren kommt dies auch zuweilen vor, und zwar am häufigsten, nach Nasse, bei Gänsen. In einem solchen Blute fand dieser über 7% Fett. Dass es bei hungernden Gänsen nur vorkommen soll, ist nicht richtig. Chlor zerstört die Farbe des Blutes, wie die einer jeden organischen Verbindung, oder verändert sie wenigstens. *)

Die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht des Bluts ist natürlich sehr verschieden nach dem Gesundheitszustande und der davon abhängenden chemischen Zusammensetzung; aber auch nach Geschlecht und Alter ist dieselbe verschieden. Durchschnittlich beträgt sie nahe 1,055. Als Grenzen kann man annehmen 1,045, wie es bei Schwarzen zuweilen ist, und 1,059 bei kräftigen Männern nicht selten.

*) Ueber die Veränderung und Zerstörung der Farbstoffe durch Chlor will ich hier einige Worte anführen, und daran einige Bemerkungen über die Zerstörung der Riechstoffe durch diesen Stoff knüpfen, da diese Erscheinung, selbst in den meisten Lehrbüchern der Chemie unrichtig angegeben ist. Man hat früher angenommen, dass bei der Zerstörung eines Farbstoffes durch Chlor der Sauerstoff diese Zersetzung herbeiführe, indem das Chlor das Wasser zerlege, Chlorwasserstoffsäure bilde, und den Sauerstoff frei mache, welcher nun oxydirend auf die organische Substanz einwirke, und glaubte einen Beweis dafür darin zu finden, dass Chlor in der That, namentlich im Sonnenlicht, das Wasser zersetze. Diese Vorstellung ist indessen eine unrichtige. Die Zersetzung dieser Stoffe geschieht freilich durch die Verwandtschaft des Chlors zu dem Wasserstoff, aber keinesweges zu dem des Wassers, sondern dem der organischen Verbindung. Dieser wird dies Element entzogen, mit ihm verbindet sich das Chlor zu der Chlorwasserstoffsäure, welche sich jedesmal bei dieser Reaction bildet, und die organische Verbindung nimmt an der Stelle des Wasserstoffes Chlor auf, und zwar gewöhnlich genau so viel Aequivalente Chlor, als sie Wasserstoff verloren hat. Diese Erscheinung ist namentlich bei einigen Farbstoffen studirt worden, und unter diesen vorzüglich bei dem Indigblau. Die Zusammensetzung dieses Körpers ist: $C_{16}\ H_{10}\ N_2\ O_2$. Bei der Einwirkung oxydirender Substanzen wird dasselbe in einen rothen Körper verwandelt, das sogenannte Isatin, welches aus $C_{16}\ H_{10}\ N_2\ O_4$ besteht. Wird dieses mit Chlor behandelt, so erzeugen sich zwei neue, von Erdmann entdeckte Verbindungen, welche sich durch eine rothe und gelbrothe Farbe auszeichnen, und zwar unter Bildung von Chlorwasserstoffsäure. Diese bestehn

Ich habe eine Anzahl von Wägungen mit geschlagenem Blute angestellt, welche ich hier mittheilen will. Die Temperatur war durchgehend 20° C, und zur Bestimmung wurden nie weniger als 60 Grammen Blut genommen; oft mehr als diese Menge.

Blut	eines	60jährigen Mannes	1,057
-	-	30jährigen Mannes	1,059
-	-	25jährigen Jünglings	1,055
-	-	24jährigen Jünglings	1,054
-	-	18jährigen Jünglings	1,055
-	-	15jährigen Knaben	1,052
-	-	12jährigen Knaben	1,052
-	einer	schwangern Frau, 3te M.	1,049
-	-	schwangern Frau, 7te M.	1,046

aus C_{16} H_8 Cl_2 N_2 O_4 und C_{16} H_6 Cl_4 N_2 O_4; Chlorisatin und Bichlorisatin. Dabei entstehen 3 (Cl_2 H_2). Diese Erscheinung finden wir bei der Zerstörung aller Farbstoffe wieder, und sie zeigt uns, wie wir die Zerstörung der Miasmen und der Riechstoffe zu betrachten haben. Auch diese sind organische Verbindungen, bestehen wahrscheinlich, denn ihre Zusammensetzung haben wir nicht bis jetzt untersuchen können, aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff; auch ihnen wird Wasserstoff entzogen, sie werden unter Chloraufnahme zu ganz neuen organischen Verbindungen, welche sich natürlich nun auch anders verhalten müssen als jene, aus denen sie entstanden sind; sie sind, wie die Farbstoffe farblos, geruchlos geworden, und sind es Miasmen, so ist ihre Ansteckungsfähigkeit vernichtet. Sie selbst sind nicht, wie man sich zuweilen wohl ausdrückt, vernichtet, da die Vernichtung eines Stoffes Unsinn ist, sondern sie sind wesentlich verändert. Wirkliche A n s t e c k u n g s s t o f f e werden daher durch das Chlor jedesmal unschädlich gemacht werden, dieses wird aber natürlich unwirksam sein, wenn die Ansteckungsfähigkeit einer Krankheit nicht durch einen solchen Stoff bedingt wird. Auf dieser Ercheinung beruht auch nun die heftige Reaction des Chlors gegen die Respirationsorgane. Die thierische, frische Haut wird von diesem Stoff auf eine ganz ähnliche Weise zersetzt, und durch diese Zersetzung ganz ebenso gereizt etwa, als wenn Schwefelsäure darauf einwirkt, nur mit dem Unterschiede, dass durch die Gasgestalt des Stoffes seine Verbreitung sehr begünstigt wird. Absoluter Alkohol oder satt dessen starker Rum eingeathmet, hat mir stets die besten Dienste unter diesen Umständen geleistet.

Blut einer 35jährigen Frau	1,052
- eines 16jährigen Mädchens	1,050.

Durch verschiedene Lebensweise wird die Dichtigkeit des Bluts sehr verändert, so ist dieselbe durch Hunger geringer, grösser aber durch Entziehung des Getränks. Am Morgen fand es J. Davy schwerer als am Abend, da natürlich die secernirte, aus dem Blut ausgeschiedene Flüssigkeit durch kein Getränk während der Nacht wieder ersetzt wird, wie bei Tage.

Der Geschmack des Bluts ist bekanntlich ein salziger, ekelhafter, fader. Dabei besitzt es einen eigenthümlichen Geruch, welcher, wenn das Blut ganz frisch und noch warm ist, an demselben leicht wahrgenommen werden kann. Dieser Geruch ist verschieden nach dem Alter und dem Geschlecht, soll auch bei den verschiedenen Völkern verschieden sein; so soll das der Neger stark und angenehm riechen, was ich jedoch nicht bemerken konnte, es roch mir wie anderes Männerblut. Dieses riecht stärker als Weiberblut, und schwächer als das der Knaben und Mädchen während der Entwickelung der Mannbarkeit. Ein eigenthümlicher flüchtiger Stoff ist in der That in dem Blute enthalten, welchen man sogleich bemerkt, wenn man dasselbe erhitzt. Dabei verflüchtigt sich eine flüchtige Substanz, welche noch deutlicher hervortritt, wenn man das Blut mit sehr verdünnter Schwefelsäure vermischt, und nun gelinde erhitzt. Ob es eine flüchtige Fettsäure sei, welche durch die Schwefelsäure frei wird und nun entweicht, ist nicht entschieden, obwohl dafür spricht, dass bei Thieren, die im Fette flüchtige Säuren von starkem Geruch enthalten, deren Fleisch auch nach denselben riecht, dieser Geruch sich im Blute gleichfalls entwickele. Zu weit geht man in jedem Falle, wenn man, wie Barruël annahm, durch diesen Geruch mit Sicherheit den Ursprung des Bluts entdecken zu können glaubte, und somit diese Eigenschaft in der gerichtlichen Medicin anwenden wollte.

Betrachtet man das frisch gelassene Blut unter einer starken Vergrösserung, so bemerkt man eine ausserordentliche Menge kleiner Körperchen, welche von Malpighi entdeckt

wurden, und den Namen Blutkörperchen oder Blutkügelchen *) erhalten haben. Ihre Anzahl ist so beträchtlich, dass in einem Menschen, bei 20 Pfd. Blut, ungefähr 14 Billionen Körperchen enthalten sein müssen. Um sie zu beobachten, muss man das Blut mit einer klaren, farblosen Flüssigkeit verdünnen, nachdem man es durch Schlagen von dem Faserstoff befreit hat, ohne befürchten zu müssen, dadurch die Form derselben verändert zu sehen. Am besten nimmt man zum Verdünnen Blutserum oder auch kochsalzhaltende Eiweisslösung; reines Wasser verändert die Form der Blutkörper, so dass man sie nicht mehr gehörig untersuchen kann.

Untersucht man die Blutkörperchen, ohne dass sie sich verändert haben, so erkennt man sie als kleine Scheibchen, welche münzenähnlich einen äussern, etwas erhabenen Rand und eine vertiefte Mitte besitzen und bei dem Menschen einen Breitendurchmesser von $\frac{1}{300}'''$ besitzen. Diese Dimension wird selbst bei dem Menschen sehr verschieden angegeben, und zum Theil sind sie auch wirklich verschieden breit. So fand ich bei meinem Blute Körper von $\frac{1}{280}'''$ und $\frac{1}{320}'''$; bei anderem Blute als kleinste Zahl doch nicht unter $\frac{1}{278}'''$ und nie über $\frac{1}{340}'''$. Das Blut der Thiere ist von dem der Menschen auch in dieser Beziehung sehr verschieden, und bei diesen sind auch meist die Schwankungen dieser Zahlen beträchtlicher; auch ist bei diesen die Form oft eine andere als bei den Menschen. Die Körperchen werden durch einen Kern und eine denselben umgebende Hülle gebildet, welche zwischen sich eine mit Blutroth durchdrungene weiche Masse haben. Die Grösse des Kerns ist bei den Menschen ungefähr $\frac{1}{1400}'''$, ist jedoch nicht constant. Man hat sich bemüht, die chemische Zusammensetzung der Hülle sowohl wie des Kerns zu erfahren, und namentlich durch Verhalten gegen Reagentien ihre Natur zu erkennen, jedoch ist man nicht im Stande, die einzelnen Bestandtheile mit Schärfe von einander zu trennen. —

*) Die Nomenklatur für dieselben ist zahlreich genug: Blutscheiben, Blutzellen, Blutbläschen, Bluttheilchen, Blutpartikelchen, um daraus nach Bedürfniss wählen zu können.

Neben den Blutkörperchen findet man stets noch eine beträchtliche Anzahl anderer Körperchen, welche die Lymphkörperchen darstellen, die mit der Lymphe in das Blut ergossen sind. Ihre Anzahl ist nach Wagner zu den Blutkörperchen wie 1: 5.

Diese Körperchen des Bluts schwimmen in einer Flüssigkeit, welche von denselben durch schnelle Filtration nur ziemlich unvollständig getrennt werden kann; noch am besten, wenn man das Blut vorher mit kohlensaurem Kali oder auch wohl mit Zuckerwasser versetzt.

Besser erhält man sie durch Abkühlen des Bluts bis auf + 2° C, oder durch Auffangen des Bluts unter Oel. Bei Pferden ist es sehr gewöhnlich, dass sich die Blutkörperchen so schnell sondern, dass man, namentlich wenn man das Blut in hohen Cylindern aufgefangen hat, die Flüssigkeit leicht davon, wenigstens theilweis trennen kann. Im unvermischten Zustande ist dieselbe dann etwas gelblich, kaum trübe, sehr klebrig, von 1,03 spc. Gew. und ziemlich schnell gerinnend; doch vor der Gerinnung mit Wasser leicht mischbar.

Trennt man die Blutflüssigkeit von den Körperchen nicht, sondern überlässt das frisch gelassene Blut sich selbst, so verwandelt sich die ganze Masse in kurzer Zeit in einen festen Klumpen, welcher sich nach und nach zusammenzieht, indem die eingeschlossene Flüssigkeit dabei herausgepresst wird und sich auf der Oberfläche ansammelt. So theilt sich das Blut in Kuchen und Serum oder Blutwasser. Die Gerinnung tritt bei Frauenblut meist schneller ein als bei Männern, und beginnt ungefähr nach 2—3 Minuten, ist aber erst nach zehn Stunden und später so völlig vollendet, dass sich der Kuchen so viel als möglich zusammengezogen. Nasse glaubt, dass die von den Blutkörperchen getrennte Flüssigkeit etwas später gerann, als das ganze Blut; es wäre möglich, dass jene in der Zeit mehr mit der Gerinnung der Lymphe übereinstimmte.

Die Gerinnung wird von der Formumwandlung des in dem Blut enthaltenen Faserstoffs hervorgebracht, welcher in der Flüssigkeit aufgelöst ist, und diesen Zustand nach dem Tode des Individuums oder nach der Trennung des Bluts und der

faserstoffhaltigen Flüssigkeit überhaupt sehr bald verlässt. Dabei findet nicht eine Aggregation von Faserstoffpartikelchen Statt, welche in der Flüssigkeit aufgeschwemmt enthalten gewesen sind, sondern der feste Stoff bildet sich aus der wirklichen Auflösung, jetzt ein Gewebe von Fäden darstellend, welche glatt und cylindrisch, und nicht aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt sind.

Die Ursache dieser Gerinnung ist eine zweifelhafte, und wahrscheinlich, oder gewiss keine rein chemische, wenn sie auch durch chemische Einflüsse selbst modificirt werden kann. So hat in jedem Falle auch die Temperatur Einfluss auf die Gerinnung, ohne dass sie durch Abkühlung allein hervorgebracht würde, denn das Blut kann, namentlich in Venen, oder auch an der Luft schnell gefrieren, und nach dem Wiederaufthauen erst gerinnen. Auch die Einwirkung der Luft ist nicht ohne Bedeutung, wo natürlich der Sauerstoff derselben das wirksame Agens darstellt; daher das Blut beim Schlagen so schnell gerinnt, obwohl die Gerinnung auch schneller als sonst erfolgt, wenn man es in verschlossener und mit sauerstofffreier Gasart gefüllter Flasche mit kleinen Steinchen schüttelt, und zwar selbst, wenn die Temperatur nahe der des Bluts der lebenden Menschen ist.

In jedem Falle jedoch begünstigt die Gegenwart des Sauerstoffs die Gerinnung, daher wir bei Thieren, die im Sauerstoff geathmet haben, dieselbe viel schneller eintreten sehen; dasselbe fand ich bei Thieren, die Stickstoffoxydul geathmet hatten. Wahrscheinlich rührt die Gerinnung von dem aufgehobenen Einfluss der Lebenskraft her, welcher in dem lebenden Thiere von den Wandungen der Gefässe auf das Blut ausgeübt wird, und welcher dem ausgeschnittenen Gefässe noch längere Zeit eigen ist. Daher fand ich das Blut in einem ausgeschnittenen und unterbundenen Venenstück noch lange nicht geronnen, während desselben Thieres Blut, in einer sauerstofffreien (mit Stickgas gefüllten) gläsernen Röhre aufgefangen, ohne dass dabei Luft hinzutreten konnte, bei derselben Temperatur schon coagulirt war. Wie gesagt, kann in keinem Falle der chemische Einfluss geleugnet werden, aber er scheint

nur secundär zu sein. Dass er durch die chemische Veränderung der Faserstoff wirken sollte, ist in keinem Falle gegründet, denn als ich Faserstoff durch Schütteln in einem mit Sauerstoff gefüllten Gefässe, welcher immer wieder erneut wurde, gerinnen liess, fand ich dieselbe chemische Zusammensetzung, als bei dem, welcher auf dieselbe Weise im Stickgas dargestellt war, und zwar ohne dass letzterer nur einen Moment mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung gekommen war.

Salze, welche den Faserstoff auflösen, müssen natürlich, dem Blute zugesetzt, seine Gerinnung verlangsamen, oder ganz verhindern. Diess findet Statt bei den Alkalien und ihren Verbindungen mit Kohlensäure. Werden diese Flüssigkeiten später durch Säuren neutralisirt, so gerinnt der Faserstoff, als hätte er keine Veränderung erlitten. Ausserdem wirken ähnlich die löslichen Salze der Magnesia.

Andere Salze wie Kali, Natron, Ammoniak, Magnesia, Baryt, Kalkerde, mit Kohlen-, Salpeter-, Phosphor-, Schwefel-, Borax-, Essig-, Citronen-, Weinsteinsäure, die Chlor-, Jod-, Brom- und Cyanmetalle, begünstigen in geringer Menge, zu dem Blute gesetzt, die Gerinnung und verzögern sie in grösserer Quantität. Dies ist namentlich der Fall bei Salzen, welche das Blut röthen. Auch andere Metallsalze wirken hier ziemlich kräftig ein, und auf ähnliche Weise auch eine grosse Anzahl organischer Stoffe.

Dieser Umstand ist von hoher Wichtigkeit für die Beurtheilung des gelassenen Bluts nach dem Genusse gewisser Arzneien, und ich würde es nöthig erachten, hierbei länger zu verweilen, wenn nicht ein Umstand hierbei eine bis jetzt noch nicht überwundene Schwierigkeit entgegensetzte. Diess ist nämlich der, dass die Versuche, welche wir über diesen Gegenstand besitzen, alle an Blut gemacht sind, welches ausserhalb des Körpers sich befand, und zuweilen unter verschiedenartigen Umständen sich dabei befand. Aber hauptsächlich ist zu beachten, dass in der That die Substanzen, dem Blute durch die innern Wege beigebracht, durchaus anders wirken, als ihm unmittelbar zugesetzt. Ich habe daher eine zahlreiche Reihe von Versuchen, welche sich auf die Ver-

mischung des Bluts mit diesen Stoffen beziehen, ausserhalb des Körpers, nicht mitgetheilt, und hoffe dieselben durch die Wirkung derselben auf das Blut im Körper später vervollständigen zu können. Wie die äussern Umstände hier verschiedenartig einwirken, ersieht man bald aus Angaben verschiedener Beobachter, welche sich vollkommen widersprechen. So behauptet Magendie, dass ein Tropfen Schwefelsäure die Gerinnung von 5 Centilitre Blut verhindere, während Nasse fand, dass eine Unze Blut mit einem, durch eine halbe Drachme Wasser verdünnten Tropfen Schwefelsäure nach der gewöhnlichen Zeit gerann. Nasse's Versuch habe ich mit gleichem Erfolg wiederholt, ohne die Richtigkeit des von Magendie angeführten leugnen zu wollen. Dasselbe wird zuweilen selbst noch bei Beobachtungen vorkommen, welche in dem Körper selbst angestellt werden, und wir sehen diess schon bei den Beschreibungen des Bluts nach Vergiftungen, wo wir die verschiedensten Angaben finden. So wird das Blut nach der Blausäure-Vergiftung bald als schnell gerinnend, bald als langsam und unvollständig, bald als gar nicht gerinnend geschildert; bald als hochrothes, bald als intensiv schwarzes. Diess mag nun zum Theil an schlechten, oder mindestens an ungleichmässigen Beobachtungen, und zum Theil an den verschiedenen Umständen bei der Vergiftung selbst liegen. Nasse, welcher schon eine Anzahl von Versuchen der Art ausgeführt hat, fand so widersprechende Resultate, dass daraus jedenfalls die Schwierigkeit dieser Versuche hervorgeht; aber er fand auch gleichfalls Resultate, welche so sehr von den Beobachtungen ausser dem Körper abweichen, dass die Unzulänglichkeit der letztern für den praktischen Nutzen jedenfalls daraus erhellt.

Nach der Gerinnung hat sich das Blut, wenigstens bei Menschen und den meisten Thieren, in zwei Substanzen getrennt: den schweren, rothen Blutkuchen, welcher aus dem geronnenen Faserstoff und den Blutkörperchen, die den Faserstoff einschliessen, besteht, und in das gelblich weisse Blutwasser. Die Form des Kuchens hängt wesentlich von dem Gefässe ab, in welchem man das Blut aufgefangen, und ich

sah ein und dasselbe Blut scheinbar ganz anders gerinnen, als ich es in Cylinder und in flachen Schaalen auffing. In Cylindern, welche man namentlich etwas warm stellt, zieht sich der Kuchen am stärksten zusammen und daher habe ich diese stets benutzt, wenn es darauf ankam, die Menge des Faserstoffs gegen die des Serums zu beurtheilen. Will man sehr genau dabei zu Werke gehen, so setzt man den erwärmten, mit Blut gefüllten Cylinder in ein Gefäss mit 36° C. warmen Wasser, und lässt nun beide langsam erkalten. Ein grosser Wassergehalt des Bluts hindert jedoch auch hier die Contraction des Kuchens, und blutleere Personen zeigen daher scheinbar ein durchaus anderes und grösseres Verhältniss von Blutkuchen, als sie in der That besitzen. Man muss daher bei der Beurtheilung auch immer auf die Consistenz des Kuchens Rücksicht nehmen. Wenn man indessen jene angegebene Vorsicht anwendet, so wird man meist ein richtiges Resultat erlangen. Die grosse Verschiedenheit, welche in dem Verhältniss zwischen Serum und Kuchen angegeben ist, rührt grossen Theils von den ungleichmässigen Beobachtungen her. Durch Hunger soll die Menge des Blutwassers vermehrt werden. Dasselbe kann ich bei Mangel an animalischer Nahrung und bei häufigen Aderlässen behaupten. Auch soll das Blut im südlichen Klima mehr Serum geben, als im Norden.

Hat sich der Kuchen abgesondert von dem Serum, so bemerkt man, wie derselbe nach einiger Zeit an der Oberfläche sich mit einer hochrothen Decke überzieht. Schultz meint, es rühre dies von den leichten, blassen Blutkörperchen her. Indessen sind diese blassen Körperchen nicht roth, und ferner müsste die rothe Färbung gleich nach der Gerinnung stattfinden. Es ist diess vielmehr die Wirkung des Sauerstoffs auf das Blut, welcher dieses, wenn er damit geschüttelt wird, sogleich hochroth färbt. Das Serum absorbirt wie jede Flüssigkeit, die atmosphärische Luft, und diese wirkt nun natürlich auf den Blutkuchen unter dem Serum, und röthet ihn. Wenn Schultz dem widerspricht, weil er dasselbe im verschlossenen Gefäss sah, so war dies ein schlecht angestelltes Experiment. Ich habe in eine mit Stickgas gefüllte Flasche

das Blut, ohne dass es an die Luft kam, aufgefangen, und das Gefäss sofort luftdicht verschlossen; es gerann, ohne dass es nach mehreren Tagen sich oberflächlich röthete. Diess geschah, als ich die Flasche öffnete und etwas Luft hineintreten liess.

Ueber dem Kuchen scheidet sich das Blutwasser als eine gelbliche, schwach alkalische Flüssigkeit aus, welche ein specifisches Gewicht von 1,028 besitzt. (Ich fand 1,026 — 1,029.) Selten nur ist das Serum des Bluts sauer, und die meisten darauf bezüglichen Angaben beruhen auf einem Irrthum. So glaubt Retzius, das Blut der monatlichen Reinigung sei sauer; doch mit Unrecht. Man darf die Reaction nicht mit Lakmustinctur machen, welche man dem Blut zumischt, da diese leicht etwas Blutroth auflösen, und sich dadurch röthlich färben kann, sondern mit Lakmuspapier, welches nicht roth, sondern violett sein muss, um durch den geringsten Alkaligehalt gebläut zu werden.

In dem Blutwasser sind alle Bestandtheile des Bluts aufgelöst, welche bei dem Gerinnen des Faserstoffs nicht durch diesen mechanisch eingeschlossen, mit niedergerissen werden, wie z. B. das Blutroth in den Blutkörperchen. Wird durch Peitschen das Gerinnen des Faserstoffs beschleunigt und zugleich die netzartige Masse, welche sich sonst bildet, dabei zerrissen, so kann dieselbe die Blutkörperchen nicht einschliessen, sondern gerinnt nun mehr oder weniger farblos, und das Blutwasser behält die ursprüngliche Farbe des Bluts.

In dem Blutwasser ist auch das Fett im aufgeschwemmten Zustande, welches die Flüssigkeit mehr oder weniger trübe macht. Zuweilen ist die Menge so beträchtlich, dass das Blutwasser milchig erscheint. Aether macht beim Schütteln sodann dasselbe klar und lässt beim Verdunsten das Fett zurück.

Zuweilen, und namentlich in gewissen Krankheitsfällen, gerinnt das Blut nicht auf die gewöhnliche Weise, dass sich das Serum von dem faserstoffhaltenden Blutkuchen völlig trennt, sondern der Faserstoff gerinnt farblos oder als weisse, speckähnliche Masse oben auf der Flüssigkeit, während die Blutkörperchen allein hinabsinken. Die Kruste, welche sich

auf diese Weise bildet, ist nämlich Fibrin, welches noch $2\frac{1}{2}$ $\frac{0}{0}$— 3 $\frac{0}{0}$ Fett einschliesst. Im ersten Augenblick schliesst sie noch eine beträchtliche Menge Albumin aus dem Serum ein, und besteht dann aus nur 3,02 $\frac{0}{0}$ Fibrin, aus 0,05 Fett, 8,78 ungeronnenem Eiweiss und 88,15 Wasser. Ueber die Entstehung der Haut hat man eine Menge von Ansichten aufgestellt, von denen eine allgemein angenommen, aber unter andern auch durch J. Davy mit Recht bekämpft war, dass eine verzögerte Gerinnungszeit allein die Ursache sei. Auch hat man im Allgemeinen angenommen, dass eine beträchtliche Vermehrung des Faserstoffs im Blute die Ursache sei; in den fieberhaften und den Entzündungskrankheiten sei nun der Faserstoff besonders vermehrt, und daher sei hier die Entzündungshaut auch eine ganz gewöhnliche Erscheinung.

Indessen gehört ausser dem Ueberschuss an Faserstoff noch wesentlich hierzu, dass derselbe auch längere Zeit als sonst aufgelöst bleibe, und dass Stoffe in dem Blute enthalten sein müssen, welche die schnelle Gerinnung verhindern, denn sonst würde durch viel Faserstoff die ganze Masse gerinnen, und sich keine Kruste bilden. Hat man zu dem Blute kohlensaures Kali gesetzt, so erzeugt dasselbe die Gerinnung und die Blutrothkügelchen sondern sich, ohne von dem Faserstoff eingeschlossen zu werden. Daher muss also auch die Flüssigkeit, das Serum, so beschaffen sein, dass die Körperchen schnell darin untersinken können. Der mehr oder minder grosse Eiweissgehalt des Serums wird daher einen wesentlichen Einfluss hierbei ausüben. Ebenso scheint das mit Kohlensäure geschwängerte Blut gleichfalls sehr geeignet zu sein, die Kruste hervorzurufen, indem auch in solchem Blute die Körperchen schnell zu Boden sinken. Dass die Form der Blutkörperchen einen wesentlichen Einfluss ausüben sollten, glaube ich nicht. Ich fand sie in beiden Fällen fast gleich aussehend. — Auch ein grösserer als der gewöhnliche Fettgehalt ist nicht die Ursache der Erscheinung.

Die Stoffe, welche im Blute enthalten sind, sind sehr zahlreich. Man kann sie trennen in organische und unorganische, welche als Asche zurückbleiben, und bei verschiedenen

Blutsorten verschieden dem Gehalte nach sind. Wie bei allen thierischen Flüssigkeiten ist das Wasser der Hauptbestandtheil des Bluts, gegen 80 % betragend. (Vergl. p. 33.)

Die unorganischen Bestandtheile, welche keine unbedeutende Wichtigkeit für die thierische Oekonomie haben, sind durch Salze des Kali's, des Natrons und des Ammoniaks, gebunden an Milchsäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, gebildet; ferner sind es die Verbindungen der alkalischen Metalle mit Chlor; die Salze der Kalkerde, der Magnesia mit Kohlensäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, wahrscheinlich auch mit der Milchsäure, und ausserdem eine geringe Menge von Kieselsäure. Auch das Eisen muss hier angeführt werden, da es ausser in dem Blutroth, in einer organischen Verbindung, auch noch im Serum erscheint, obwohl in sehr geringer Quantität, die in der Lymphe vorhandene nicht übertreffend; vielleicht als phosphorsaures Eisenoxyd. Kleine Quantitäten Kupfer, in kaum wahrnehmbarer Menge, sind im Blute enthalten, nicht aber Titan und Arsenik, welcher letztere Körper überhaupt nicht im thierischen Organismus erscheint. *)

Bei der Untersuchung der Salze, welche in thierischen Flüssigkeiten enthalten sind, darf man nicht die Asche dieser Stoffe anwenden, indem darin die durch das Verbrennen veränderten Substanzen nur aufzufinden sind, nicht aber so, wie sie in dem lebenden Körper enthalten sind. Daher finden wir

*) Schon oben (p. 16) habe ich angeführt, dass nach Rees in dem Blute Titansäure enthalten sein sollte, ich jedoch dies nicht bestätigt gefunden habe. Herr Rees macht dagegen im Athenäum 1840 Einwendungen, indem er dort auch anführt, Hr. Brunner habe seine Angaben bestätigt gefunden, daher diess oben auch irrthümlich angegeben. Weder Brunner noch Valentin konnten das Titan auffinden, wonach jene obige Angabe corrigirt werden muss.

Die Angabe von Orfila, dass Arsenik in dem menschlichen Körper enthalten sei, ist gleichfalls eine unrichtige, und beruht auf einer fehlerhaften Anwendung der Methode von Marsh, durch welche man mit Leichtigkeit die geringsten Mengen des Arsenik in irgend einer Substanz aufzufinden im Stande ist. Die Methode hat jedoch in der Ausführung einige Schwierigkeiten, welche man nur durch Uebung und grosse Aufmerksamkeit umgehen lernt.

eine grosse Anzahl von verschiedenen Angaben über dergleichen Punkte, je nach der Methode, welche die Chemiker eingeschlagen haben. Um die Anzahl der Basen und ihre besondere Quantität zu erforschen, genügt es, die Asche zu untersuchen; abgesehen davon, dass die Ammoniaksalze eine wesentliche Veränderung und auch völlige Zersetzung bei der Einäscherung erleiden.

Ich werde hier die Angaben der andern Chemiker übergehen und mich meist auf meine eigenen Untersuchungen beschränken:

Da das Blut eine alkalische Reaction besitzt, so muss in demselben nothwendig kohlensaures Alkali oder vielleicht kaustisches Alkali enthalten sein. Da jedoch, wie wir später sehen werden, in dem Blute freie Kohlensäure enthalten ist, so kann mit dieser zusammen kein kaustisches Natron darin existiren.

Den Salzgehalt des ganzen Bluts fand ich zu 6,25 — 6,82 % von der trocknen Substanz, und zwar habe ich aus mehreren Analysen folgende Zahlen gefunden.

	1.	2.	3.	4.
Chlornatrium	3,91	3,42	3,81	3,82
Chlorkalium	0,32	0,21	0,31	0,38
Kohlens. Natron	0,62	0,52	0,72	0,61
Schwefels. Natron	0,31	0,52	0,38	0,42
Phosphors. Natron	0,56	0,72	0,68	0,59
Phosphors. Kalkerde	0,25	0,31	0,28	0,30
Phosphors. Magnesia	0,21	0,20	0,25	0,28
Milchs. Natron	0,32	0,28	0,35	0,34
Milchs. Ammoniak	0,12	0,10	0,00	0,08
	6,62	6,28	6,78	6,82

Es sind jedoch viel grössere Schwankungen in dem Salzgehalt des Bluts vorhanden, als die angegebenen; jene vier Zerlegungen wurden mit dem Blute einer und derselben Person angestellt. Unberücksichtigt gelassen habe ich bei dieser Analyse die fettsauren Salze, welche als Natronsalze in geringer Menge im Blute enthalten sind; der meiste Fettgehalt des

Bluts besteht aus freiem aufgeschwemmten Fett, welches noch nicht verseift ist.

Bei den verschiedenen Thieren sind diese Salze sehr verschieden; und namentlich findet man, dass der Kaligehalt gegen den des Natrons beträchtlich zunimmt. Dass durch eine besondere Nahrung, in welcher eigenthümliche Salze enthalten sind, auch diese in das Blut übergehen, ist ganz nothwendig, doch findet man diese Salze nur in dem Blute wieder, wenn die Nahrung dieselben constant enthält, da durch einen einmaligen Genuss nur soviel in das Blut gebracht wird, dass die Ausleerungen es bald mit sich fort nehmen. Wenn zwar das genossene Cyaneisenkalium sehr schnell in dem Blute gefunden werden kann, so ist es doch sehr bald auch schon im Urin zu entdecken, und bald fehlt es dem Blute wieder völlig.

Ausser diesen genannten Salzen waren stets Spuren von Eisenoxyd darin zu bemerken, jedoch nicht in grosser, zuweilen nicht in bestimmbarer Menge.

Wichtiger als diese Bestandtheile des Bluts sind die organischen Stoffe, welche darin enthalten sind, und welche aus folgenden Bestandtheilen bestehen: Proteïnverbindungen, zu denen der Faserstoff, das Eiweiss, das Globulin und Spuren von Käsestoff gehören; ferner die Farbstoffe des Bluts, deren wir drei kennen, nämlich das Haematin, oder Blutroth, den braunen und den gelben Farbstoff; ferner eine Anzahl von Fetten, und eine Menge von Extractivstoffen, welche zum Theil in Wasser, verdünntem und absolutem Alkohol löslich sind. Endlich sind die dem Speichel und dem Harn eigenthümlichen Stoffe, Speichelstoff (Ptyalin) und Harnstoff in geringer Menge darin enthalten, vielleicht auch Zucker und die Stoffe der Galle.

Was die Gesammtzusammensetzung des Bluts betrifft, so finden wir eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den Elementen, welche das Fleisch darstellen. Playfair und Boekmann haben diese bei 100° getrockneten Substanzen der Analyse unterworfen und gefunden, dass sie bestehen aus:

	Ochsenblut.		Ochsenfleisch.	
Kohlenstoff	51,95	51,96	51,83	51,89
Wasserstoff	7,16	7,33	7,56	7,59

	Ochsenblut.		Ochsenfleisch.	
Stickstoff	17,17	17,17	17,15	17,16
Sauerstoff	19,29	19,12	19,23	19,13
Asche	4,42	4,41	4,23	4,23

Das Fleisch war fettfreies Muskelfleisch, und das Blut ein Gemenge von venösem und arteriellem Blut, wie es beim Schlachten der Thiere erhalten wird.

Dieses Resultat ist ein sehr merkwürdiges, und zeigt, wie der Stoff des Bluts allein hinreicht, um den Stoff der Muskelsubstanz zu liefern, abgesehen von der Organisation, welche erfordert wird, um das Fleisch aus der Flüssigkeit zu consolidiren.

Von dem Collagen unterscheidet sich diese Zusammensetzung wesentlich und noch mehr von dem Chondrigen (p. 143), aber diese Stoffe sind auch schon als reine chemische Verbindungen zu betrachten, welche selbst einen Bestandtheil der Fleischsubstanz ausmachen. Zieht man die Asche bei jenen Analysen ab, und berechnet die organische Substanz allein auf 100, so findet man bei der ersten Analyse:

C	54,36
H	7,49
N	17,97
O	20,18
	100,00.

Mit dem Leime stimmt nur die Stickstoffmenge überein, die der übrigen Bestandtheile weicht wesentlich davon ab (s. pag. 168.).

Nehmen wir jedoch Rücksicht auf die näheren Bestandtheile, welche in dem Blute enthalten sind, so finden wir in dem ganzen Blute folgende Substanzen, den Analysen von Lecanu zufolge:

	1.	2.
Wasser	78,015	78,559
Faserstoff	0,210	0,356
Albumin	6.509	6,942
Blutroth	13,300	11,963

	1.	2.
Krystallinisches Fett	0,243	0,430
Flüssiges Fett	0,131	0,227
Alkoholextract	0,179	0,192
Nur in Wasser lösliche thierische Substanz	0,126	0,201
Alkalische Salze	0,837	0,730
Salze der Erden mit Eisenoxyd	0,210	0,141
Verlust	0,240	0,259
	100,000	100,000.

Diese Zerlegungen sind nicht völlig genau, aber sie geben einen genügenden Ueberblick über die Menge der einzelnen im Blute enthaltenden Stoffe, welche natürlich nach dem Gesundheitszustande des Individuums sehr schwankend sind.

Ehe ich näher über die Zusammensetzung des Bluts spreche, wird es nothwendig sein, die chemischen Eigenschaften der angeführten Bestandtheile genau darzustellen.

Das Proteïn bildet den hauptsächlichsten Bestandtheil des thierischen Organismus, soweit derselbe aus organischen Substanzen besteht, oder es sind diese Stoffe doch, wenigstens zum Theil, Verbindungen des Proteïns mit andern Stoffen; wir finden dasselbe jedoch auch in der Pflanzenwelt, und die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel enthalten diese Stoffe in grosser Menge. Mulder, welcher zuerst auf diese Verbindung aufmerksam gemacht hat, und die Identität desselben in den verschiedensten Thierstoffen und den Pflanzen nachwies, hat ihr den Namen Proteïn gegeben (von dem griechischen Worte πρωτεύω, ich bin der Erste), und durch diese Entdeckung die physiologische Chemie um vieles weiter gebracht, als seit langer Zeit sie durch andere Untersuchungen gefördert worden ist. Liebig hat sich besonders beschäftigt, die Verbreitung des Proteïns und seiner Verbindungen nachzuweisen, und den Einfluss derselben auf die thierische Oekonomie zu verfolgen.

Das Proteïn ist eine stickstoffhaltige Substanz, welche nach den Untersuchungen von Mulder aus $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}$ besteht oder aus:

C_{40}	3000,0	=	54,92
H_{62}	387,5	=	7,09
N_{10}	875,0	=	16,02
O_{12}	1200,0	=	21,97
	5462,5		100,00.

Von den organischen Stoffen, welche wir schon betrachtet haben, lassen sich Collagen, das durch Kochen veränderte, das Chondrigen, die innere Arterienhaut (vergl. p. 211) alle auf dieses Proteïn zurückführen, ohne in ihrer Zusammensetzung damit übereinzustimmen. Sie gehören jedoch zu dem Typus derselben. *)

*) Es ist früher, pag. 143, die Zusammensetzung des Chondrins so angeführt worden, wie sie Mulder selbst mitgetheilt hat; jene Ansicht lässt sich jedoch eben so wenig wie die seinige über die Zusammensetzung des Leims mit den Proteïnverbindungen in Uebereinstimmung bringen, wesshalb ich glaube, den hier mitgetheilten Formeln den Vorzug geben zu müssen. Nach diesen stimmt die empirisch von Mulder gefundene procentische Zusammensetzung völlig mit der Berechnung überein. Diese giebt

40	C	3000,0	=	50,33
62	H	387,5	=	6,49
10	N	875,0	=	14,67
17	O	1700,0	=	28,51
		5962,5		100,00,

wenn man den geringen Schwefelgehalt hier nicht berücksigt.

Die Zusammensetzung der Arterienhaut ist nach der Analyse von Jos. Scherer (p. 211) berechnet. Die Formel giebt:

40	C	3000,0	=	53,93
62	H	387,5	=	6,97
10	N	875,0	=	15,73
13	O	1300,0	=	23,37
		5562,5		100,00.

Liebig hat die Mulder'sche Formel für das Proteïn und die Verbindungen desselben geändert, und zwar in C_{48} H_{72} N_{12} O_{14} umgewandelt; jedoch für diese Aenderung keine besondern Gründe angegeben, namentlich sie nicht durch die Bestimmung eines Atomgewichts unterstützt, wie es durch Mulder für seine Formel geschehen. Welche, und ob eine von beiden Formeln die richtige sei, lässt sich schwierig entscheiden, ist indessen für die hier daraus zu ziehenden Schlussfolgen ziemlich gleichgültig.

Collagen und Leim	C_{40}	H_{62}	N_{12}	O_{15}
Gekochter Leim	C_{40}	H_{60}	N_{12}	O_{19}
Chondrin	C_{40}	H_{62}	N_{10}	O_{17}
Arterienhaut	C_{40}	H_{62}	N_{10}	O_{13}

Die übrigen Stoffe, welche hieher gehören, und zum Theil unmittelbare Proteïnverbindungen sind, oder doch aus solchen entstanden, und innig mit diesen zusammenhängen, sind folgende:

Fibrin	$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + P + S.$
Albumin	$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + P + S_2.$
Caseïn	$10\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S.$
Haematin	$C_{40}\ H_{36}\ N_6\ O_5 + Fe.$
Hornsubstanz	$C_{40}\ H_{60}\ N_{12}\ O_{13}.$

Wenn wir daher das Proteïn als die ursprüngliche Substanz des Organismus betrachten, oder als solche, in welche alle andern Stoffe, um in den Organismus aufgenommen zu werden, umgewandelt werden sollen, so ergiebt sich bei den meisten derselben eine sehr einfache Relation, welche ich in Folgendem darstellen will. — Pr. bedeute Proteïn $= C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}$. Dann sind Albumin, Fibrin und Caseïn nur Verbindungen von 10 Atomen Proteïn mit 1 oder 2 Atomen Schwefel und 1 Atom Phosphor.

Die Arterienhaut ist eine Verbindung von Proteïn mit 1 Atom Sauerstoff; das Chondrin eine solche mit 5 Atomen Sauerstoff; das Collagen eine mit 3 Atomen Sauerstoff und 2 Atomen Stickstoff; an diese schliesst sich die Hornsubstanz an, welche, wie der gekochte Leim, Wasserstoff verloren, und hier zugleich noch Sauerstoff abgegeben hat; und nur 1 Atom Sauerstoff mehr enthält als das Proteïn.

Am complicirtesten erscheint die Zusammensetzung des Haematins, ist es in der That aber nicht. Es enthält 1 Atom Eisen, welches den andern Proteïnverbindungen und den organischen Verbindungen überhaupt sonst fremd ist, und dagegen 2 Atome Ammoniak $= N_4\ H_{12}$ und 7 Atome Wasser $= H_{14}\ O_7$ weniger als das Proteïn. Wir haben daher:

Protein	$=$ Pr. $(C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12})$
Caseïn	$= 10$ Pr. $+$ S.
Fibrin	$= 10$ Pr. $+$ S $+$ P.

Albumin	=	10 Pr. + S_2 + P.
Arterienhaut	=	Pr. + O.
Chondrin	=	Pr. + O_5.
Collagen	=	Pr. + N_2 + O_3.
Gekochter Leim	=	Pr. + N_2 + O_7 — H_2.
Hornsubstanz	=	Pr. + N_2 + O_1 — H_2.
Haematin	=	Pr. + Fe — N_4H_6 — $H_{14}O_7$

Von diesen Stoffen sind in dem Blute enthalten: Fibrin, Albumin, Caseïn und Haematin. Das Globulin gehört ebenfalls hieher, und ist vermuthlich in dem Körper als Verbindung des Proteïns mit dem Haematin enthalten, und stellt in dieser das Blutroth dar. Nur in geringer Menge findet sich der Käsestoff in dem Blute, sein Hauptvorkommen ist in der Milch, wo er den Hauptbestandtheil des Käse ausmacht.

Die Unterschiede, welche zwischen Caseïn, Fibrin, Albumin und Globulin obwalten, sind sehr beträchtlich, hängen jedoch nicht mit dem geringen Gehalt von Schwefel und Phosphor so zusammen, dass man darin den Grund dieser Verschiedenheit allein zu suchen hätte, sondern derselbe ist in der Eigenthümlichkeit der Organisation begründet, welche mit der mechanischen Verschiedenheit dadurch eine Abänderung in den chemischen Eigenschaften hervorgerufen hat.

Die Eigenschaften dieser verschiedenen Stoffe, welche in dem Blute enthalten sind, wollen wir jetzt näher prüfen:

Das Albumin.

Das Albumin oder der Eiweissstoff befindet sich in den meisten thierischen Flüssigkeiten, welche nicht excernirt werden, und auch in diesen zuweilen in Krankheitsfällen, namentlich aber in dem Serum des Bluts, der Lymphe und den Eiern, in welchen es, mit einem mehr oder minder gelb gefärbten Oele gemischt, den Dotter, und im ungefärbten Zustande das Eiweiss darstellt.

In diesen Flüssigkeiten und den Eiern ist das Albumin im aufgelösten Zustande enthalten, und sie lassen sich mit Wasser vermischen, ohne dass dadurch eine Veränderung hervorgebracht wird. Nach der Filtration, durch welche man alle

mechanisch beigemengten und aufgeschwemmten Stoffe trennt, erhält man eine fast klare, etwas gelbliche Flüssigkeit, welche eine sehr deutliche alkalische Reaction besitzt, durch einen gewissen Gehalt von kohlensauren Alkalien, und besonders Natron. Das Eiereiweiss lässt sich schlecht filtriren, da es eine Menge von Zellen enthält, die das Eiweiss einschliessen; man muss es daher, von dem Gelben getrennt, in einer Reibschale zerreiben, mit Wasser vermischen, wobei es leicht sehr stark schäumt, und nun filtriren.

Dies Albumin besitzt die merkwürdige Eigenschaft, welche nur diesem Stoffe zukommt, und der des Leims, in der Kälte zu gelatiniren, gewissermaassen entgegengesetzt ist; nämlich es gerinnt in seinen Auflösungen bei einer Temperatur von + 65° C — 80° C, das heisst: es scheidet sich in fester Form aus seinen Auflösungen aus, und schliesst dabei, wenn seine Masse hinreichend war, wie ein Schwamm die ganze Flüssigkeit, in welcher es sich befand, mechanisch mit ein. Es stellt sodann, wie bei Eiern, dem Blutserum, eine weisse, feste, elastische Masse dar, welche alle andern Bestandtheile der Flüssigkeit, die natürlich auch nicht zu seiner Zusammensetzung gehören, mit einschliesst. Obgleich nun dieses geronnene Eiweiss durchaus andere Eigenschaften besitzt, wie das im aufgelösten Zustande, eine Verschiedenheit, die schon deutlich wird durch die Unlöslichkeit dieses weissen Körpers in Wasser, so geht doch bei der Gerinnung keine Veränderung in der chemischen Zusammensetzung hier vor. Zwar bemerkt man bei dem Erhitzen der Albuminlösungen einen schwachen, aber ganz entschiedenen Geruch nach Schwefelwasserstoff, dessen Entwickelung auch stark genug ist, um silberne Gegenstände, in welchen die Gerinnung geschieht, oder welche man in das Eiweiss während derselben steckt, zu schwärzen oder goldgelb zu färben, von einer sehr dünnen Schicht von Schwefelsilber. Etwas Schwefelnatrium, welches in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt, und dessen Zersetzung sehr leicht erfolgt, bringt diese Erscheinung hervor.

Enthält die Flüssigkeit 8 Procent Albumin und darüber, so gerinnt sie schon durch eine Erhitzung bis auf 60°, und

bildet dann eine einzige feste Masse. Je weniger Albumin darin enthalten ist, desto höher muss die Temperatur sein, und muss bei sehr geringem Eiweissgehalt bis zum Kochen gesteigert werden. In diesem Falle scheiden sich in der Flüssigkeit nur einige leichte Flocken aus, welche sich nach und nach zusammenballen und mechanisch Flüssigkeit und feste Substanzen einschliessen, so dass man durch ihr Gerinnen viele Flüssigkeiten klären kann. Das auf diese Weise coagulirte Albumin wollen wir g e k o c h t e s A l b u m i n nennen, da es besondere Eigenschaften besitzt.

Ausser durch Erhitzung lässt sich die Albuminlösung noch auf verschiedene andre Weise coaguliren, nämlich durch Zusatz von Säuren und Alkohol; die Niederschläge, welche durch Metalloxydsalze hervorgebracht werden, sind nicht geronnenes Eiweiss, sondern Verbindungen desselben mit den Metalloxyden. Versetzt man die Albuminlösung mit Alkohol nach und nach, so fällt das Albumin, namentlich wenn man die Flüssigkeit stark schüttelt, in Flocken, die nicht so fest zusammenhängen als das gekochte Albumin, daher ich es vortheilhaft finde, sich bei Zerlegungen eiweisshaltiger Flüssigkeiten zur Entfernung des Albumins der Coagulation durch Alkohol zu bedienen; die andern in der Flüssigkeit enthaltenen Stoffe werden dann nicht so hartnäckig vom Eiweiss zurückgehalten, und können quantitativ genau bestimmt werden. Mit welcher Hartnäckigkeit dies Zurückhalten geschieht, prüfte ich, indem ich zu einer Eiweisslösung, Blutserum, eine geringe Quantität Harnstoff setzte, durch Erhitzen das Albumin gerinnen liess, und den Harnstoff nun durch Wasser wieder auszog. Es wurden 200 Grmm. Blutserum mit einem Gr. Harnstoff gemischt, und nach der Coagulation nur noch 0,2 Grm. davon in der Flüssigkeit wieder entdeckt. Als bei denselben Quantitäten die Coagulation durch Alkohol geschah, so wurde von 1 Grm. noch 0,75 Grm. Harnstoff ausgezogen.

Die Gerinnung der Albuminlösung durch Alkohol beruht auf der grossen Verwandtschaft des Alkohols zum Wasser, und ist durchaus der Fällung eines in Wasser gelösten Salzes durch Alkohol zu vergleichen. Trennt man die über dem

Niederschlage stehende Flüssigkeit schnell von diesem, so kann man das Albumin in Wasser wieder auflösen, diess gelingt nicht, wenn man dazu sehr starken oder absoluten Alkohol anwendet.

Die Fällung des Albumins durch Säuren und durch Salze, hat einen anderen Grund. Es ist dasselbe nämlich an und für sich in Wasser durchaus unlöslich, und wird nur aufgelöst gehalten durch die geringe Quantität des kohlensauren Natrons, mit welchem es in dem Serum verbunden ist; wie dieses Salz, sind auch andere Salze der Alkalien fähig, das Albumin aufgelöst zu halten. Sättigt man daher die Flüssigkeit genau mit einer Säure, dass die alkalische Reaction des kohlensauren Natrons verschwindet, so bleibt die Auflösung noch vollkommen klar. Das jetzt aus dem kohlensauren Natron gebildete alkalische Salz hält gleichfalls noch das Albumin aufgelöst. Fügt man einen Ueberschuss von einer Säure hinzu, z. B. von Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, geglühter Phosphorsäure, welche nach dem Glühen wieder in Wasser aufgelöst ist, so erhält man ganz dicke weisse Niederschläge, welche aus der Verbindung der Säuren mit dem Albumin bestehn. Sie sind in Wasser unlöslich, wenn dieses, oder wenn sie selbst etwas freie Säure noch enthalten; wird diese durch Waschen mit reinem Wasser daraus entfernt, so lösen sie sich in dem Wasser auf. Die Essigsäure und die gewöhnliche Phosphorsäure bringen nur, wenn sie sehr concentrirt sind, in der Eiweisslösung einen gallertartigen Niederschlag hervor; mit Wasser vermischt, löst sich derselbe klar wieder auf.

Durch eine grosse Anzahl von Metalloxydsalzen wird das Albumin gefällt, und wiederum fällt es selbst diese Salze vollständig aus ihren Auflösungen. Vorzüglich ist es das Quecksilberchlorid (der Sublimat), welches sehr empfindlich gegen das aufgelöste Eiweiss ist, und völlig dadurch zersetzt, und in eine unlösliche Verbindung übergeführt wird. Es ist daher das Eiweiss ein sehr schätzbares Gegengift gegen eine kürzlich stattgehabte Vergiftuug, besonders wenn das Gift noch nicht sehr verbreitet in dem Körper ist. Aber auch andere

Metall-Vergiftungen werden hierdurch häufig unschädlich gemacht. Man hat früher angenommen, das Metallsalz verbände sich unmittelbar mit dem Albumin; diess ist jedoch nicht der Fall, sondern wir finden, dass die Niederschläge aus den Metalloxyden und dem Eiweiss bestehen. Alkalien, die Salze derselben, Jod-Natrium, Cyaneisenkalium und verdünnte Säuren lösen diese Niederschläge auf. Auch durch Kreosot und Gerbsäure wird das Albumin, auch das in der schwefelsauren Lösung, gefällt, jedoch nicht ganz frei von den Fällungsmitteln.

Man kann also auf diese Weise das Albumin nicht in reiner Gestalt abscheiden, diess gelingt indessen, wenn man die eiweisshaltende Flüssigkeit durch Essigsäure oder sehr verdünnte Schwefelsäure genau neutralisirt, sie filtrirt, und nun mit dem zweihundertfachen Wasser vermischt. Es entsteht sodann ein weisser, flockiger Niederschlag, welcher, mit Wasser ausgewaschen, säurefreies Albumin oder Eiweisstoff darstellt. Dieses Albumin, bei 105° C getrocknet, enthält noch $\frac{1}{3}$ % Phosphor und $\frac{2}{3}$ % Schwefel, und besitzt sonst die Zusammensetzung des Proteïns. Es ist also zusammengesetzt aus 10 At. Proteïn und 1 At. Ph. und 2 At. S. oder C_{400} H_{620} N_{100} O_{120} Ph_1 S_2 oder

C_{400}	=	30000	54,32
H_{620}	=	3875	7,02
N_{100}	=	8750	15,84
O_{120}	=	12000	21,73
P_1	=	196	0;35
S_2	=	402	0,74
		55223	100,00.

Dieses reine Albumin ist jetzt in Wasser unlöslich, obgleich es sich noch in einem vollkommen gleichen Zustande befindet, wie es im Serum oder in dem Eiweiss enthalten war. Man kann es aber sogleich wieder auflöslich machen, wenn man die auflösende Flüssigkeit der gleich macht, in welcher es gelöst war, nämlich wiederum durch Zusatz von kohlensauren Alkalien. Im Ueberschuss dürfen diese nicht angewendet werden, daher man diesen durch Essigsäure wieder neutralisiren muss. Diese Auflösung hat ganz die Eigenschaf-

ten, welche die natürlichen Albuminlösungen zeigen. Alkohol, Salze und Säuren bilden Niederscläge mit der Flüssigkeit, wie mit Eiweiss und Serum.

Wird die Auflösung des Eiweisses, sowohl die natürliche als die künstlich dargestellte, bis nahe zum Sieden erhitzt, so geht die bekannte Veränderung des Eiweisses vor; es gerinnt bei hinreichender Concentration der Albuminlösung (8 $\frac{0}{0}$ — 9 $\frac{0}{0}$ Alb. in der Flüssigkeit) dieselbe zu einer weissen festen Masse, welche keine Flocken mehr bildet, die in der Flüssigkeit schwimmen, sondern die ganze Flüssigkeit fest einschliesst, dass auch nur wenig aus ihr herausgepresst werden kann. Ist nun wenig Eiweiss in der Flüssigkeit aufgelöst, so bilden sich einzelne Flocken darin, welche sich nach und nach zusammenballen, und dann gleiche Eigenschaften besitzen, wie jene coagulirte Masse. Bei dieser Coagulation, welche niemals von selbst, und auf keine andere Weise als durch Hitze eintritt, werden die Eigenschaften des Eiweisses wesentlich verändert. Die Zusammensetzung bleibt unverändert, und kocht man das vorher nicht durch Erhitzung coagulirte Albumin, so liefert es ohne die geringste Veränderung eben diesen Stoff, welchen ich, wie Liebig, gekochtes Albumin nennen werde. Indessen hat doch Mulder bemerkt, dass bei der Coagulation des Eiweisses und der des Blutserums ein kleiner Unterschied, der Zusammensetzung nach, statt findet. Bei jenem nämlich zerlegt das in der Flüssigkeit enthaltene kohlensaure Natron das Eiweiss in Beziehung auf seinen Schwefelgehalt, so dass die Hälfte des Schwefels sich mit dem Natron zu Schwefelnatrium vereinigt, welches nun in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt, und ihm den gelinden Geruch nach Schwefelwasserstoff ertheilt. Die zweite Hälfte des Schwefels bleibt mit dem Albumin verbunden, und es besteht dasselbe jetzt aus 10 Pr. + S + P. Hat man jedoch vor der Coagulation das Eiweiss durch Essigsäure genau neutralisirt, so dass das kohlensaure Alkali nicht mehr zersetzend einwirken kann, so findet in der Zusammensetzung kein Unterschied statt. Bei dem Serum ist es gleichgültig, ob die Flüssigkeit vorher neutralisirt war, oder nicht, es hat die Zusammensetzung 10 Pr.

1 P 2 S. Man kann indessen auch jene Zusammensetzung hervorrufen, wenn man zu dem Serum etwas kohlensaures oder kaustisches Natron setzt. Man sieht daraus ganz deutlich, dass diese Verschiedenheit nicht sowohl dem Albumin in dem Serum und dem Eiweiss zukommt, sondern den Flüssigkeiten, in welchen das Eiweiss aufgelöst gewesen ist.

Die ganze Umänderung des Albumins in das gekochte Albumin ist sehr merkwürdig, und erinnert uns an die Erscheinungen, welche früher schon (p. 69) für die Verwandlung einiger unorganischen Stoffe angeführt worden sind. Es ist eine neue Aggregation der Form, welche auch wesentliche Abweichungen in den physikalischen und chemischen Eigenschaften herbeiführt. Wir können es ungefähr vergleichen mit der Verschiedenheit, welche kalt gefällte Titansäure und heiss gefällte oder gar geglühte zeigt; welche die aus Silikaten durch Säuren ausgeschiedene gallertartige Kieselsäure und die durch Glühen jetzt ganz unlöslich gewordene zeigt u. s. w.

Lässt man das gekochte Albumin bei 110° trocknen, so verändert es sich wesentlich in seinem äussern Ansehn. Es schrumpft aus der weissen Masse zu einem sehr kleinen Volumen zusammen, bildet eine gelbe, sehr spröde, dem Gummi ganz ähnliche Masse, während es 88 — 89 — 90 $\frac{0}{0}$ Wasser dabei verliert. Werden diese Stücke ganz dünn geschliffen; so beobachtet man unter dem Mikroskop nicht die geringsten Structurverhältnisse, es ist eine völlig amorphe Masse. In kaltem Wasser weicht die Masse zwar wieder auf, schwillt an, und nimmt ein ähnliches Volumen wie ursprünglich an, ohne jedoch ihr früheres Ansehn wieder zu gewinnen. Auch kochendes Wasser löst sie nicht auf, ebensowenig wie das nicht getrocknete. Alkohol und Aether entziehen ihr wohl einige beigemengte Stoffe, und namentlich einige fette Substanzen, aber auch sie lösen nichts vom Albumin. Kocht man jedoch das Albumin anhaltend im Papinianischen Topfe, so wird es nach und nach in eine Flüssigkeit verwandelt, welche man gelblich und leimähnlich findet, ohne jedoch noch die geringste Eigenschaft des Albumins oder auch die des Leimes zu besitzen. Es ist eine wesentliche Veränderung vorgegangen,

welche hauptsächlich in einer Oxydation des Albumins besteht, ganz ähnlich, wie diess bei dem anhaltend gekochten Leime statt fand.

Aeschert man das gekochte Eiweiss ein, so bleibt ein Rückstand, welcher 2—3 % beträgt, der durch einige Kalksalze gebildet wird. Kohlensaure, schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerde sind es besonders, und vorzüglich letztere, welche den Rückstand bilden. Das Albumin hat nämlich eine besondere Verwandtschaft zu der phosphorsauren Kalkerde, wie wir diess bei so vielen thierischen und selbst einigen vegetabilischen Stoffen finden. Künstlich kann man eine Verbindung mit phosphorsaurer Kalkerde und Albumin hervorbringen, wenn man die Eiweisslösung mit etwas phosphorsaurem und kaustischem Ammoniak versetzt, und nun Chlorcalcium hinein tropft. Es entsteht eine Verbindung von Albumin mit basisch phosphorsaurer Kalkerde (Knochenerde), welche ungefähr $\frac{1}{3}$ Albumin enthält. Berzelius fand bei Albumin aus Ochsenblutserum nur 1,8 %; Mulder in dem des Eiweisses 2,03 %. Ich fand in diesem 2,10 % — 2,5 %. In dem Albumin aus der rohen Seide fand Mulder 11 %. Auch in dem Blutwassereiweiss fanden andere Chemiker bis gegen 9 %. Diese Zahl mag wohl in einer unvollständigen Einäscherung ihren Grund haben. *)

Wenngleich das Albumin durch das Kochen seine Eigenschaften so verändert hat, dass man es für einen von dem

*) Die Einäscherung thierischer Stoffe, wenn sie namentlich, wie die meisten, dabei schmelzen, ist oft mit grossen Schwierigkeiten verbunden, welche nur durch grosse Beharrlichkeit zu überwinden sind. Wenn man indessen den Aschengehalt einer Substanz bestimmen will, darf man die Einäscherung nicht eher unterbrechen, als bis der Rückstand ganz weiss gebrannt ist. Schwärzliche Färbung zeigt stets noch Kohle an. Dabei muss man lieber kleine, dünne Porzellantiegelchen (aus der Berliner Fabrik) als Platintiegel anwenden, da die Kohle leicht die phosphorsauren Salze reducirt, und Phosphorplatin bildet, welches die Geräthschaft augenblicklich verdirbt. — Was soll man aber zu einer chemischen Untersuchung über Verdauungssubstanzen sagen, worin unter Anderem angeführt ist, wieviel Kohle bei dem Glühen der Substanz in einem Tiegel zurückgeblieben sei?

uncoagulirten ganz verschiedenen Körper halten könnte, wenn es seine Löslichkeit in der Salpeterlösung verloren, so hat es doch nicht seine Verwandtschaft zu den Säuren eingebüsst. Ebenso wird es durch Alkalien in verdünntem Zustande gelöst. Die Auflösung ist gelblich weiss und wird durch Schwefelsäure in Form eines weissen flockigen Niederschlages gefällt, welcher, wie Vogel fand, keine Schwefelsäure enthält. Es ist also eine Verschiedenheit auch hierin von dem uncoagulirten Albumin zu bemerken.

Uebergiesst man das gekochte Albumin mit concentrirter Essigsäure, oder Phosphorsäure, so bildet es nach und nach unter starkem Aufschwellen eine dicke Gallerte, welche durch Wasser völlig aufgelöst wird. Es ist diese Lösung aber nicht dieselbe, welche das frische Eiweiss mit den Säuren bildet. Ebenso bildet Schwefelsäure mit dem Albumin eine Verbindung, welche sich in Wasser, wenn kein Säureüberschuss vorhanden ist, auflöst. Unter den Umständen, welche p. 122 angeführt sind, liefert die Schwefelsäure damit Leucin und Leimzucker. Merkwürdig ist die Verbindung des Albumins mit der Chlorwasserstoffsäure. Ist diese concentrirt, so löst sie, wenn sie mit dem Eiweiss erhitzt wird, dasselbe zu einer bräunlichen Flüssigkeit auf, welche nach und nach eine violette und blaue Färbung annimmt. Wasser schlägt daraus eine Verbindung von Chlorwasserstoffsäure mit Albumin nieder, während die Flüssigkeit blau bleibt. Ammoniak vernichtet diese Farbe, ohne etwas zu fällen. Trocknes salzsaures Gas wird von dem gekochten Albumin zu 10 % aufgenommen. Sehr verdünnte Salzsäure löst bei gewöhnlicher Temperatur das Eiweiss nicht auf, aber nach 3—4 Tagen, wenn die Flüssigkeit einer Temperatur von 70—80° C. ausgesetzt wird. Ist thierische Schleimhaut zugegen, so wird bei 30° C. die Auflösung schon in 10 Stunden vollendet. Es ist diess eine sehr merkwürdige Erscheinung, welche die grösste Aehnlichkeit hat mit dem Vorgange bei der Verdauung des Eiweisses in dem Magen. Man hat sie desshalb künstliche Verdauung genannt. Wir werden den Prozess bei der Verdauung noch einmal ausführlich betrachten. Das Eiweiss verwan-

delt sich dabei in eine gelbliche Flüssigkeit, welche nicht dieselbe ist wie die durch anhaltendes Kochen des Albumins erhaltene.

Faserstoff.

In dem frischen, namentlich dem lebenden Blute, befindet sich neben dem Eiweissstoffe ein zweiter Stoff in der Auflösung, welcher sich in seinen Eigenschaften wesentlich von jenem unterscheidet. Es ist das Fibrin, oder der Fasertoff; gleichfalls eine Proteïnverbindung, und zwar die in dem thierischen Organismus verbreitetste. In der Zusammensetzung dem Eiweissstoff ganz ähnlich, ist es wie dieser, eine Phosphor- und Schwefelhaltige Proteïnverbindung, welche sich von dem Albumin nur dadurch unterscheidet, dass sie halb so viel Schwefel enthält. 10 Pr. + S + P. oder:

C_{400}	=	30000	=	54,52
H_{620}	=	3875	=	7,05
N_{100}	=	8750	=	15,79
O_{120}	=	12000	=	21,82
P	=	196	=	0,35
S	=	201	=	0,37
		55022		100,00.

In dem thierischen Körper ist der Faserstoff in zwei verschiedenen Formen enthalten, welche sich von einander auf ähnliche Weise unterscheiden, wie das geronnene und ungeronnene Eiweiss. Einmal ist er nämlich gleichfalls ungeronnen, wie in den Flüssigkeiten, dem Blute, der Lymphe, einigen pathologischen und Faserstoffhaltigen Flüssigkeiten, dem Harn u. s. w., und einmal bildet er eine feste Masse, nämlich das Hauptgewebe der Muskelsubstanz. Wesentlich unterscheidet sich der Faserstoff vom Eiweissstoff, dass wir kein Mittel haben, ihn in dem aufgelösten Zustande zu conserviren; er geht freiwillig eine ähnliche Verwandlung ein, wie das Eiweiss, wenn es der Erhitzung unterworfen wird. Ueber die Eigenschaften des nicht geronnenen Faserstoffs sind wir so wenig unterrichtet, dass man keine einzige mit Bestimmtheit anführen kann. Es gerinnt dasselbe so schnell, dass schon während des Ver-

suchs die Formenänderung eintritt. Man kann ihn jedoch längere Zeit, u. a., aufgelöst erhalten, wenn man die Faserstoffhaltige Flüssigkeit mit kohlensaurem Kali, oder auch mit Zuckerwasser versetzt. Diese Substanzen, dem Blute beigemischt, geben auch den Beweis, dass der Faserstoff in der That aufgelöst und nicht allein aufgeschwemmt sei, denn filtrirt man das mit Zuckerwasser versetzte Blut durch ein mit Zuckerwasser befeuchtetes Filtrum, so geht unter Zurücklassung der Blutkörperchen eine farblose klare Flüssigkeit hindurch, die den Faserstoff aufgelöst hält, und in welcher man keine Faserstoffkügelchen bemerkt. Vermischt man diese Flüssigkeit mit etwas phosphorsaurem Ammoniak, kaustischem Ammoniak und etwas Chlorcalcium, so bildet sich, wie bei dem Eiweiss, ein Niederschlag, welcher gleichfalls ungefähr $\frac{2}{3}$ phosphorsaure Kalkerde von der Zusammensetzung der Knochenerde enthält (p. 86). Es zeigt sich hier die grosse Neigung der Proteïnverbindungen, sich mit diesem Salze zu vereinigen, welche bei dem Collagen so deutlich und entschieden hervortritt.

Ueberlässt man eine Faserstoffhaltige Flüssigkeit einige Zeit sich selbst, z. B. das Blut, die Lymphe, so geht der aufgelöste Faserstoff in den unlöslichen Zustand über, wahrscheinlich, ohne seine chemische Zusammensetzung dabei zu verändern, obwohl diess durch den Versuch nicht nachzuweisen ist, indem man den ungeronnenen Faserstoff nicht untersuchen kann. Bei der Gerinnung schliesst er indess, ähnlich wie das geronnene Eiweiss, eine Menge von Stoffen mit ein, welche gleichfalls in der Flüssigkeit aufgelöst und aufgeschwemmt waren; so die Körperchen des Bluts und der Lymphe. Um ihn davon zu befreien, oder ohne dieselben gerinnen zu lassen, knetet man den geronnenen Blutkuchen in einem Leinentuche mit kaltem Wasser, oder schlägt das frische Blut mit einem Stabe, oder quirlt es, knetet den sich an den Stab festsetzenden Faserstoff mit Wasser aus, und zieht das Fett mittelst kalten Alkohols und Aethers aus. Es stellt sodann der Faserstoff oder das Fibrin eine fadenartige, gelblich-zähe, ziemlich elastische Masse dar, welche getrocknet hart, durchscheinend, geruch- und geschmacklos ist, und von 0,77—2,5 $\frac{0}{0}$ Asche bei

dem Einäschern hinterlässt, welche aus phosphorsaurer Kalkerde mit wenig phosphorsaurer Magnesia besteht.

Diese Eigenschaften besitzt gleichfalls die von fremden Bestandtheilen gereinigte Muskelfaser, indem dieselbe durch geronnenes Fibrin dargestellt wird, welches freilich bei seiner Gerinnung nicht, wie das ausserhalb des lebenden Körpers gerinnende, structurlos gerinnt, sondern eine Form annimmt, welche weder das freiwillig, noch das durch Elektricität gerinnende Fibrin anzunehmen vermag.

Wird das getrocknete Fibrin in Wasser gelegt, so quillt es wieder auf, und wird seinem früheren Zustande ähnlich; wird es gekocht, so schrumpft es zusammen, die Flüssigkeit bekommt einen faden Geschmack nach Fleischbrühe, enthält aber keinen Leim, so dass man hieraus sieht, dass das Collagen des Fleisches nicht dem Faserstoff selbst angehört.

Der Theil des Fibrins, welcher nicht aufgelöst wird durch Kochen, besitzt noch die Eigenschaften des Fibrins, und diese Auflösung erfordert sehr lange Zeit. Nach 40stündigem Kochen wurden erst 20,5 Th. aufgelöst (Mulder). Mit längerem Kochen wird das Fibrin immer mürber und zerreibbar, und verliert dabei einige seiner Eigenschaften, z. B. mit Essigsäure und Ammoniak eine Gallerte zu bilden, und dann aufgelöst zu werden.

Wird Fibrin Jahrelang in Alkohol aufbewahrt, so verändert es gleichfalls seine chemische Zusammensetzung, und wird dabei mürbe und gelatinös.

Einige merkwürdige Unterschiede finden zwischen dem Fibrin des venösen und des arteriellen Bluts statt, während das Fibrin der Muskelsubstanz sich an das Venenblut-Fibrin anschliesst. Beiden Faserstoffarten kommen folgende Eigenschaften zu: Gegen die höchste Oxydationsstufe des Wasserstoffes, Wasserstoffsuperoxyd (H_2 O_2) zeigt der Faserstoff, wie auch einige andere thierische Substanzen, aber namentlich das Eiweiss nicht, eine besonders starke katalytische Wirkung (p. 56); ohne dass die Zusammensetzung der thierischen Substanz nur im geringsten verändert würde, zerlegt sich, bei der blossen Berührung das Wasserstoffsuperoxyd in Wasser und

Sauerstoff ($H_2O + O$). Man kann diese Substanz nicht als ein Reagenz auf Fibrin anwenden, aber als eins zur Unterscheidung des Albumins von diesem, nur ist die Verbindung so schwierig darzustellen, und nicht aufzubewahren, so dass sie nur selten benutzt werden kann.

Concentrirte Säuren, bis auf die Salpetersäure, lassen das Fibrin aufquellen, machen es gallertartig, durchsichtig und nur zuweilen in Wasser löslich. Schwefelsäure lässt es bei Wasserzusatz zusammenschrumpfen und verändert es ebenso wie die verdünnte Säure, welche gleichfalls unter Veränderung der Zusammensetzung des organischen Stoffes, die Form desselben auf gleiche Weise modificirt. Wird das zusammengeschrumpfte Fibrin anhaltend mit Wasser ausgewaschen, so quillt es jetzt von Neuem gallertartig auf, und löst sich endlich in dem Wasser. Diese auflösliche Masse ist eine Verbindung von Fibrin mit Schwefelsäure, welche in Wasser löslich ist, aber durch wieder hinzugesetzte Schwefelsäure, indem diese das Wasser aufnimmt, unlöslich wird, und zusammenschrumpft. Wird das Fibrin durch Schwefelsäure braun oder roth gefärbt, so enthält es noch Farbstoff. Die Verwandlung des Fibrins in Leucin und Leimzucker ist schon oben erwähnt worden (p. 124). Frisch geglühte und aufgelöste Phosphorsäure verhält sich zu dem Fibrin ebenso wie Schwefelsäure; längere Zeit in Wasser gelöste Säure, wobei eine chemische Verbindung derselben mit Wasser zu Stande kommt, verhält sich gerade wie die Essigsäure. Diese nämlich lässt gleichfalls das Fibrin zur Gallerte aufschwellen, die sich in warmem Wasser leicht auflöst. Bei gelinder Wärme abgedampft, bedeckt sich die Flüssigkeit, wie die Milch, mit einer Haut, und würde desshalb nach dem Urtheil einiger Chemiker, durchaus fälschlich, für Käsestoff zu halten sein, und wird gallertartig. Beim Eintrocknen entweicht die Essigsäure, und das Fibrin bleibt unlöslich zurück.

Mit Salpetersäure giebt der Faserstoff, wie alle Proteïnhaltenden Substanzen, eine eigenthümliche Verbindung, welche von Fourcroy und Vauquelin entdeckt und den Namen acide jaune erhalten hat, aber von Mulder genau untersucht

und als Xanthoproteïnsäure beschrieben worden ist. Sie besteht nach Mulder aus $C_{34}\,H_{48}\,N_8\,O_{12}$ + 2 Aq. und bildet sich zugleich mit Oxalsäure und Ammoniak, während Stickstoff gasförmig entweicht. Man kann die Bildung auf folgende Weise erklären. 1 At. Proteïn mit 2 At. Salpetersäure und 1 At. Wasser enthalten zusammen folgende Elemente: $C_{40}\,H_{64}\,N_{14}\,O_{23}$; aus ihnen entstehen:

1 At. wasserhalt. Xanthoproteïnsäure	C_{34}	H_{52}	N_8	O_{14}
3 At. Oxalsäure	C_6			O_9
2 At. Ammoniak		H_{12}	N_4	
2 At. Stickgas			N_2	
	C_{40}	H_{64}	N_{14}	O_{23}

Ehe die Oxalsäure gebildet wird, entsteht die Zuckersäure, eine organische Säure, welche sich bei der Einwirkung der Salpetersäure auf mehrere organische Stoffe bildet, namentlich auf Zucker und Stärke, und durch anhaltendes Kochen mit Salpetersäure in Oxalsäure umgewandelt wird.

Obgleich die Xanthoproteïnsäure eine sehr interessante Verbindung ist, so kann ich hier doch nur ihre Bildung anführen, da sie selbst unserm Gesichtspunkte zu fern liegt, um näher berücksichtigt zu werden. Sie gewinnt indessen eine für die physiologische Chemie grössere Bedeutung, indem man ihre Bildung gewissermaassen als Reagenz anwenden kann, ob eine Substanz Proteïnhaltig, oder eine Proteïnverbindung sei. Chlorwasserstoffsäure verbindet sich gleichfalls mit dem Fibrin, und zwar absorbiren 100 Th. trocknes Fibrin 7,20 Th. Salzsäure. Wird das trockne Fibrin mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure übergossen, so bildet sich eine dicke Gallerte, die nach und nach in eine dunkelblaue Flüssigkeit übergeht, jedoch mit anderer Farbe als das Albumin. Nur wenn noch Blutfarbstoff in dem Fibrin ist, nähert sich die Farbe dem Violetten oder Purpurrothen. Im Verhalten hat die Flüssigkeit die grösste Aehnlichkeit mit der aus dem Albumin gewonnenen, und ist jedenfalls eine Proteïnverbindung.

Verdünntes Kali löst das Fibrin schnell auf, indem es ihm dabei den Schwefel- und Phosphorgehalt entzieht. Dabei geht eine vollständige Verbindung des Kalis mit der organischen

Substanz vor sich; man kann den Ueberschuss des Alkalis durch Essigsäure fortnehmen, ohne dass das Fibrin dabei gefällt würde.

In reinem Sauerstoffgase wird feuchtes Fibrin auf eine Weise verändert, welche an eine partielle Oxydation, oder an eine Oxydation eines seiner Elemente sich anschliesst. Man sieht nämlich nach Versuchen, die von Scherer und fast mit demselben Resultate von mir angestellt worden sind, dass ein Theil des Gases, in welchem die Substanz aufbewahrt wird, verschwindet, und sich ein Theil des noch unabsorbirten in Kohlensäure umgewandelt hat.

Welche Verwandlung dabei das Fibrin in seiner Zusammensetzung erfährt, wissen wir nicht mit Bestimmtheit; es scheint jedoch, nach den wenigen Versuchen, die ich ausgeführt habe, dass sich namentlich Kohlensäure bildet, welche sich mit dem Stickstoff und Wasserstoff des Faserstoffes zu kohlensaurem Ammoniak vereinigt, während zu gleicher Zeit Wasser erzeugt wird. Diese Veränderung geht jedoch nur sehr langsam vor sich, und selbst bei der Temperatur des Bluts wird sie nicht beschleunigt. Ich glaube ausserdem, dass sie nicht dem Faserstoff in dem lebenden Körper auf dieselbe Weise zukommt, wie wir sie ausserhalb des Körpers finden, und eine Stütze dieser Ansicht scheint mir die oben angeführte Unveränderlichkeit des in Sauerstoff coagulirten Faserstoffs zu sein (p. 220).

Freilich ist nicht zu leugnen, dass der Faserstoff auch in dem lebenden Körper gewiss durch den Sauerstoff eine Modification erleiden kann, und vielleicht ist dies die Ursache, dass der Faserstoff des Venen- und Arterienbluts sich wirklich verschieden verhalten. Diese Verschiedenheit ist zwar nicht sehr beträchtlich, jedoch ist sie nicht zu leugnen, und spricht sich namentlich in dem Verhalten zu dem Salpeter aus. Die Versuche sind von P. Denis ausgeführt, von Scherer und mir wiederholt worden, und sind in der That höchst merkwürdig.

Ganz frisches, aus venösem Blute durch Coagulation erhaltenes Fibrin, oder auch nach meinen Versuchen, durch

Schütteln in einer Stickstoff- oder Kohlensäure-Atmosphäre coagulirtes, nicht aber in Sauerstoff oder atmosphärischer Luft geschlagenes, fein zerhackt, mit $1\frac{1}{2}$ Gewicht Wasser übergossen und mit $\frac{1}{3}$ Salpeter vermischt, und das Ganze einer Temperatur von 50° C. ausgesetzt, wird nach ungefähr 24 Stunden ganz gallertartig, schleimig und endlich flüssig. Wird die Auflösung filtrirt, so ist sie klar, und hat alle Eigenschaften des Blutserums, oder vielmehr der Albuminlösung. Durch Erhitzen coagulirt sie, wird durch Alkohol und Sublimat gefällt, wie auch durch Zusatz von sehr vielem Wasser, und der hierbei niederfallende Stoff hat ganz die Eigenschaften des Albumins, welches auf diese Weise gefällt wird. Wird das venöse Fibrin ohne Zusatz von Salpeter mit Wasser übergossen, so fault es, indem es schleimig wird, nach Ammoniak riecht, endlich sich verflüssigt, und nun ein ähnliches Verhalten wie das auf erste Weise behandelte zeigt.

Das Fibrin des arteriellen Bluts kann auf diese Weise nicht in diese andre Modification verwandelt werden, und ebenso nicht das venöse Fibrin, welches dem Einfluss des Sauerstoffs ausgesetzt gewesen ist, daher nicht das der Crusta inflammatoria; hingegen findet ganz das Verhalten des venösen Fibrins mit dem reinen Muskelfaserstoff statt, so dass man diese beiden für identisch oder doch ähnlich halten darf.

Der Unterschied, welcher zwischen dem Fibrin und dem Albumin in dem thierischen Organismus statt findet, beruht nicht allein in der chemischen Zusammensetzung, indem der Schwefelgehalt in diesem, obgleich in beiden Bestandtheilen höchst unbedeutend, doch noch einmal so gross ist, wie in jenem, sondern namentlich in der Art und Weise, wie die Elemente in beiden Fällen verschieden geordnet sind. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass, wenn gleich der Schwefel und der Phosphor beiden Stoffen niemals fehlen, ihnen also als wesentliche Bestandtheile zugeschrieben werden müssen, doch die Eigenschaften beider Körper nicht wesentlich durch das Entziehen derselben beeinträchtigt werden; so dass wir zwar nirgend im thierischen Organismus schwefel- und phosphorfreies Fibrin und Albumin auftreten sehen, dass wir aber

uns diese Stoffe sehr gut ohne diese Elemente denken können; und wenn wir im Stande wären, die Elemente, aus denen diese Substanzen zusammengesetzt sind, so zu vereinigen, dass wir Fibrin und Albumin erzeugen könnten, so würde ein Gehalt von Schwefel und Phosphor gewiss nicht nothwendig dazu erfordert werden. Diess ergiebt sich schon aus der p. 237 angeführten Erscheinung bei der Gerinnung des Albumins der Eier und des Serums. Beide Stoffe sind Proteïnverbindungen, und namentlich als Proteïn in verschiedenen Modificationen zu betrachten.

Die Verschiedenheit beider Modificationen ist eine doppelte. Zuerst ist sie eine mechanische, sie besteht in der Verschiedenheit der Structurverhältnisse. Indem das Fibrin bei der Gerinnung zwar nicht mehr wirkliche Structur und Organisation zeigt, wie das Albumin, so ist jenes doch im Stande, durch die Gerinnung im Leben eine gewisse anatomische Structur anzunehmen, was das Albumin nicht vermag. Dessen Gerinnung ist stets eine formlose, und damit es in den Faserstoff des Muskels z. B. übergehen kann, welcher keine andre chemische Zusammensetzung hat, muss es sich doch selbst erst in aufgelösten Faserstoff verwandeln, und durch diesen in die Muskelsubstanz übergehen. Der Faserstoff ist also, selbst der noch aufgelöste, eine höher organisirte, oder der Organisation näher stehende Proteïnverbindung. Hierin besteht die zweite Verschiedenheit, welche eine chemisch-mechanische ist, ein ganz vollständiger Fall der Isomerie.

Wir können auf künstlichem Wege nicht die Umwandlung des Albumins in das Fibrin bewirken, nur der lebende Organismus vermag es in und durch Lebenskraft, aber wir können die Rückbildung möglich machen, und die Entwickelung der Structur auf diese Weise einen Schritt zurückmachen lassen; ein Experiment, welches uns öfter gelingt als das entgegengesetzte.

In der Pflanze sehen wir, wie die Stärke angewendet wird, um das Holz daraus zu bilden, und auch hier können wir auf rein chemischem Wege die Rückbildung der Holzfasern in die Stärke vornehmen; bei dem Fibrin haben wir

gesehn, wie man auf ähnliche Weise die Umwandlung desselben herbeiführen konnte, in eine Substanz, welche, wenn sie auch noch nicht wirkliches Albumin ist, sich doch so an dasselbe anschliesst, dass es fast keine wesentliche Eigenschaft des Fibrins mehr besitzt, dagegen fast alle die des Albumins. Ob dieses künstliche Albumin indessen wirkliches Albumin ist, kann noch nicht mit entschiedener Gewissheit gesagt werden; es nähert sich in jedem Falle diesem mehr als dem Fibrin, aus dem es entstand. Die Umwandlungen des Albumins in das Fibrin gehören dem chemischen Processe an, welcher das Blut während des Kreislaufs im Körper hervorbringt, und welche, nach der Meinung einiger Chemiker, durch die Gefässwandungen ausgeübt werden. Hier geht die Stoffveränderung vor, während bei der Verdauung im Gegentheil das genossene Fibrin auf eine der oben angegebenen ähnlichen Weise, in eine eiweisshaltige Flüssigkeit verwandelt wird, welche von dem Gefässe aufgesogen, nun in das Serum des Bluts durch Chylus und Lymphe übergeht.

Blutroth.

Die in dem Blute enthaltenen aufgeschwemmten Blutkörperchen sind, wie oben (p. 217) angeführt wurde, Hüllen, welche farblos sind, und einen gefärbten Inhalt, aus Blutroth bestehend, enthalten. Die Hüllen bestehen wahrscheinlich aus Faserstoff, während das Blutroth, bis auf den gleichfalls wahrscheinlich aus Faserstoff bestehenden kleinen Kern, aus einer Verbindung des eigentlichen Farbstoffes mit einer Proteïnverbindung zusammengesetzt ist, von welcher man jenen nur schwierig zu scheiden vermag. Ausser diesen Stoffen muss der Inhalt natürlich aus der Salzlösung bestehen, welche in dem Serum des Bluts enthalten ist, und ebenso aus einer Flüssigkeit, welche Faserstoff und Eiweiss aufgelöst hält, da nach den Gesetzen der Endosmose (s. unten) Salzlösungen und Auflösungen überhaupt die häutigen Wände durchdringen, und sich, wenn auf beiden Seiten Flüssigkeiten sind, ins Gleichgewicht setzen. Ist auf der einen Seite Wasser, so wird diess durch die Salzlösung angezogen, und diese wird ver-

dünnt. Geschieht diess in einer verschlossenen Blasenhülle, so wird diese durch das aufgenommene Wasser zersprengt. So ist es der Fall, wenn man Blutkörperchen mit reinem Wasser vermischt, daher alle früheren Beobachtungen, auf diese Weise angestellt, unrichtige Resultate geliefert haben. Geschieht die Verdünnung mit Salzlösungen oder mit Serum, so kann natürlich diese Erscheinung nicht eintreten; das Körperchen bleibt unverändert. Wird das Blut mit einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Natron vermischt, so gerinnt der Faserstoff nicht, und die Blutkörperchen können sich, frei von diesem absetzen, und man findet sie am Boden als eine rothe, etwas perlmutterartig glänzende Masse, während das darüber schwimmende fast farblose Serum, trotz des aufgelösten Faserstoffs, fast nur alle Eigenschaften der Albuminlösung zeigt. Hierbei hat sich jedoch das Fibrin keineswegs in Albumin verwandelt, sondern es scheint ein anderer Zustand desselben eingetreten zu sein, welcher nach einiger Zeit wieder verschwindet, indem das Fibrin sich wie die Crusta inflammatoria absetzt.

In den niedergesunkenen Körperchen ist das Blutroth enthalten; es schliesst noch Faserstoff ein, wie man leicht finden kann, wenn man den gewöhnlich geronnenen Kuchen 4—5 mal durch feine Leinewand auspresst, wobei das meiste Fibrin schon beim ersten Mal zurückbleibt, und das Roth durch die feinen Poren hindurchgeht; vermischt man dieses mit Salpeterlösung, so wird es nach 14 Stunden schleimig. In ein feines Tuch gebunden, und in Wasser gehängt, dringt das Roth bald hindurch und der Faserstoff bleibt in Fäden im Tuch zurück, welche ausgewaschen, völlig farblos werden. Durch längeres Behandeln mit Salpeterlösung wird das Fibrin völlig aufgelöst, kommt also mit dem venösen durchaus überein.

Das Blutroth selbst ist keine einfache chemische Verbindung, sondern eine Vereinigung von dem eigentlichen Blutfarbstoff, dem Haematin (Haematosin) mit einer Proteïnverbindung, welche mit dem Albumin die grösste Aehnlichkeit besitzt, wie dieses Schwefel und Phosphor enthält, und nach der Analyse von Mulder, der es mit Schwefelsäure verbunden

analysirt hat, die grösste Uebereinstimmung in der Zusammensetzung mit dem Proteïn hat. Dieser Stoff ist jedoch nicht Albumin, und noch weniger Käsestoff, wie Simon gefunden zu haben glaubt, er hat daher sehr passend von Berzelius einen eigenen Namen, Globulin, erhalten.

In Wasser ist das Blutroth löslich und gerinnt, wie das Albumin bei einer Temperatur von 66,5 ° C. zu einer ziegelrothen, körnigen Masse. Die übrigen Eigenschaften des Blutroths, und unter diesem Namen verstehe ich immer die Verbindung des Haematins mit dem Globulin, sind folgende:

Gegen Essigsäure und Wasser verhält es sich wie das Albumin, durch jene aufgelöst gehalten, giebt es mit vielem Wasser gemischt einen Niederschlag, welcher auch durch Säuren, Metalloxydsalze, Kreosot, Gerbsäure u. s. w., ganz wie bei dem Albumin, hervorgebracht wird, nur hier, durch die Gegenwart des Haematins, immer im gefärbten Zustande. Die alkalischen Salze verändern das Blutroth in seiner Auflösung nicht, wohl aber die Alkalien und die Säuren, welche es zerstören. Jene ertheilen ihm, ohne eine Fällung herbeizuführen, eine ganz braune Farbe, während die Säuren, ebenso wie der Alkohol, eine braune Masse gerinnen lassen. Namentlich wichtig sind die Reactionen der verschiedenen Gasarten, welche man in Beziehung hierauf in röthende und schwärzende eintheilen kann. Zu jenen gehört der Sauerstoff namentlich, und gewiss wird die hellere Farbe des arteriellen Bluts durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft auf das Blutroth herbeigeführt. Ist das Blutroth trocken, oder trocknet es selbst in einer Sauerstoffatmosphäre ein, so findet man seine Farbe schwarzroth, jedoch nicht geradezu braun. Stickstoffoxydulgas färbt es noch stärker roth, fast völlig purpurfarben. Kohlensäure und schweflige Säure wandeln die Farbe in schwarzroth, fast braun um; Schwefelwasserstoff, wie das lösliche Schwefelkalium bringen anfangs eine grüne Farbe, sodann eine schwarze hervor, eine Reaction, welche durch den Eisengehalt bedingt wird. Die röthende Eigenschaft besitzen gleichfalls Kochsalz und einige andere Salze.

Einige dieser Reactionen sind offenbar durch chemische

Zersetzungen der ganzen Verbindung herbeigeführt, und sind Folge der Einwirkung der Stoffe auf das Eisen. So namentlich die Einwirkung des Chlors. Anfangs bildet sich ein braunes Coagulum, welches nach und nach grau wird, während eine gelbliche sehr eisenhaltige Flüssigkeit, die zugleich Phosphorsäure, Schwefelsäure, Alkalien und Kalkerde enthält, sich darüber abscheidet.

Das gelinde eingetrocknete Blutroth ist schwarzroth und glänzend, löslich in Wasser, und giebt an Alkohol und Aether nur geringe Quantitäten von Fett ab. Das geronnene Blutroth löst sich jedoch nicht mehr in Wasser, leicht aber in Alkalien. Im getrockneten Zustande hinterlässt das Blutroth nur 2,2 $\frac{0}{0}$ Asche Kalbsblut (Michaelis), 1,3 $\frac{0}{0}$ Menschenblut (Berzelius), 1,2 $\frac{0}{0}$ — 1,3 $\frac{0}{0}$ Menschenblut (Marchand), 1 $\frac{0}{0}$ Ochsenblut. Berzelius hat die Asche analysirt:

	Menschenblut.	Ochsenblut.
Kohlensaures Natron	0,230	
Phosphorsaure Kalkerde	0,077	0,060
Kalkerde	0,155	0,200
Basisch phophorsaures Eisenoxyd	0,077	0,075
Eisenoxyd	0,384	0,500
Kohlensäure und Verlust	0,077	
Kohlensaures und phosphors. Alkali	—	0,165
	1,000	1,000.

Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, die Trennung des Blutroths in seine näheren Bestandtheile, das Globulin und den Farbstoff, auf eine solche Weise vorzunehmen, dass nicht eine Veränderung des Farbstoffs namentlich dabei vorginge, woher dann auch der aus den verschiedenen Blutarten dargestellte verschiedene Eigenschaften und Zusammensetzungen zeigt. Jedoch ist wahrscheinlich der eigentliche Blutfarbstoff, das Haematin, eine constante Verbindung, welche in den verschiedenen Thieren und Menschen dieselbe Zusammensetzung zeigt. Mulder, welcher sie analysirt und genau untersucht hat, fand sie zusammengesetzt aus $C_{44}\ H_{44}\ N_6\ O_6$ Fe. Ich habe oben (p. 231) statt dieser Formel eine andere entwickelt, welche mit dem Proteïn in nahe Beziehung gebracht werden

kann, und fast eben so gut mit den gefundenen Zahlenresultaten Mulder's übereinstimmt; nämlich $C_{40}\ H_{36}\ N_6\ O_5$ Fe. Diese giebt:

			Gef.	
C_{40}	3000	= 65,52	66,49	65,91
H_{36}	225	= 4,91	5,30	5,37
N_6	515	= 11,25	10,54	10,54
O_5	500	= 10,92	11,01	11,75
Fe_1	339	= 7,40	6,66	6,58
	4579	100,00	100,00	100,00.

Die Uebereinstimmung zwischen den gefundenen und berechneten Zahlen ist nicht vollständig, kann es aber auch nicht gut sein, da die Substanz eine ziemliche Veränderlichkeit besitzt. Es ist nicht wahrscheinlich, dass das Haematin nicht eine constante Eisenmenge enthalten und dass es somit eine nicht feste chemische Verbindung darstellen sollte. Wir finden zwar manches Blut in der That eisenärmer, und namentlich ist diess nun der Fall bei Bleichsüchtigen, aber hier ist es gewiss ein Mangel an Blutroth überhaupt, oder vielleicht an Haematin im Blutroth, und nicht ein weniger eisenhaltiges Haematin, welches die Erscheinung herbeiführt.

Dies wird auch aus mehreren Gründen glaublich. Namentlich sind es eisenhaltige Mittel, welche mit Erfolg gegen die Krankheit angewendet werden, und diese bedingen dann, durch die Gegenwart des Eisens, wiederum die Möglichkeit, Haematin zu bilden, und einen wesentlichen Mangel in der Zusammensetzung des Bluts wieder zu ersetzen, und sowie dieser Mangel gehoben ist, so sind auch jene pathologischen Phänomene verschwunden. Der Einfluss und die wichtige Rolle, welche das Haematin, und gewiss namentlich durch seinen Eisengehalt bei dem Athmen, also der Stoffumwandlung des Bluts zeigt, ist durchaus nicht zu verkennen, und spricht sich schon in der Veränderlichkeit des Haematins selbst aus. Es lässt sich nur schwierig annehmen, dass ein eisenfreies Haematin existiren könnte, und dadurch dem Lebensprocesse hinderlich entgegentreten sollte, da die Reactionen einen so offenbar chemischen Charakter an sich tragen, dass sie nur

einer wirklich chemischen Verbindung zugeschrieben werden müssen. Es ist einfacher und gewiss richtiger anzunehmen, dass in solchen Fällen geradezu Mangel an Haematin vorhanden ist.

Der Eisengehalt dieses Stoffs ist um so merkwürdiger, da man durchaus keine organische Verbindung kennt, welche Eisen in dieser Form enthielte, wie hier die Verbindung sich zeigt, und man namentlich unter den Bestandtheilen des thierischen Körpers fast vergebens nach analogen Verbindungen sucht. Nur in dem Horn und den Haaren findet man einen Gehalt von Eisen, welcher constant darin ist, und wie hier im Haematin eine organische Verbindung darstellt. Die meisten Chemiker sind der Meinung, dass das Haematin einzig der eisenführende Stoff sei, und dass überall, wo man Eisen im Körper findet, diess einem geringen Gehalt von Blutroth zuzuschreiben sei. Meist ist diess gewiss der Fall, und bei der schwierigen Abscheidung desselben ist man häufigen Täuschungen unterworfen. Ich habe indessen das Eisen, freilich oft nur spurenweise, in den übrigen Bestandtheilen des Organismus gefunden; so z. B. in der Lymphe, in den Knorpeln u. s. w. Der Unterschied, welcher hier stattfindet, ist der, dass in dem Haematin das Eisen mit in die organische Verbindung eingegangen ist, wie der Kohlenstoff, oder Stickstoff, oder Schwefel u. s. w., in den andern Fällen hingegen es nur aufgelöste Eisensalze sind, welche in den Säften circuliren, sich mit den übrigen Salzen mit der organischen Substanz verbinden, doch noch als Salze, vielleicht in Folge der Flächenanziehung, absetzen, und hier Verbindungen der anorganischen Stoffe mit den organischen bilden, ohne den Gesetzen der stöchiometrischen Proportionen unterworfen zu sein (vergl. p. 158). Dieser Eisengehalt der Flüssigkeiten des Körpers, also der Lymphe, des Chylus, der Blutflüssigkeit (das Blutroth ausgeschlossen) ist aber auch ganz nothwendig, und es ist nicht möglich ihn zu leugnen, da diess der Weg ist, wo er in das Blutroth allein gelangen kann. Ebenso nothwendig ist es daher auch, dass der Eisengehalt durch die Excretionsorgane ausgeschieden werde, und so finden wir

dieses Metall in dem Urin wieder, obwohl in kaum wahrnehmbarer Menge, und nur in gewissen Fällen in besonderer Form. (Vergl. Harn.)

Die Chemiker haben lange Zeit gestritten, in welcher Form das Eisen in dem Haematin enthalten sei, und namentlich fragte man, ob es als (metallisches) Eisen oder als Eisenoxyd sich darin befinde. Hier ist der Ausdruck, als metallisches Eisen, nur als Gegensatz zu dem Oxyde anzusehen. Als eine Eisenoxydverbindung ist es in keinem Falle darin enthalten, denn die gewöhnlichen Reagenzien, welche das Eisen in seinen Auflösungen als Oxyd oder Chlorid u. s. w. anzeigen, sind ohne Wirkung auf das Blutroth. Wir müssen es uns vielmehr, ganz nach Art der Doppelcyanverbindungen des Eisens mit den organischen Körpern, vereinigt denken; denn auch in jenen Verbindungen, z. B. dem Blutlaugensalz (Cyaneisenkalium), ist die Gegenwart des Eisens durchaus nicht auf dem gewöhnlichen Wege zu entdecken. Auf diese Weise ist es also zu verstehen, wenn man sagt, das Eisen sei als metallisches, oder es sei in einer organischen Verbindung in dem Haematin enthalten.

Die Gegenwart, oder das Eintreten des Eisens in das Proteïn giebt zu einer gewöhnlichen Reaction Anlass, welche wir oft finden, wenn Stoffe auf stickstoffhaltige Substanzen einwirken. Es ist nämlich neben der sehr häufig und allgemein vorkommenden Wasserausscheidung zugleich noch eine Abscheidung des Stickstoffs und Wasserstoffs, im Verhältniss wie im Ammoniak.

$$\begin{array}{lllll} \text{Proteïn} & = C_{40} & H_{62} & N_{10} & O_{12} \\ \text{Haematin} & = C_{40} & H_{36} & N_{6} & O_{5} + Fe. \\ \hline & - & H_{26} & N_{4} & O_{7} \quad = 7\,H_2\,O + 2\,N_4\,H_6. \end{array}$$

Die Proteïnverbindung, welche mit dem Haematin verbunden das Blutroth darstellt, ist früher allgemein für Albumin gehalten worden, und Liebig sieht es auch als dieses an; indessen sind seine Eigenschaften von denen des Albumins etwas abweichend, so dass man, wie Berzelius es zuerst that, es für eine besondere Modification der Proteïnverbindungen zu betrachten genöthigt ist. Berzelius gab ihm den

Namen Globulin, welchen wir beibehalten wollen. Seine Zusammensetzung ist, selbst in Beziehung auf Schwefel- und Phosphorgehalt, der des Fibrins wahrscheinlich ganz gleich. Die Schwierigkeit, diesen Stoff rein, und namentlich frei von Haematin darzustellen, hat es noch nicht möglich gemacht, ihn so vollständig zu untersuchen, als es nöthig ist, und daher lässt sich die Frage über denselben nicht mit völliger Sicherheit entscheiden.

Fr. Simon hat geglaubt, bewiesen zu haben, dass das Globulin nichts anderes sei als Caseïn oder Käsestoff, wie er in der Milch enthalten ist, und die Abweichungen von demselben würden nur durch eine geringe, wie gesagt, nicht zu vermeidende Verunreinigung durch Haematin herbeigeführt; indessen sind die Uebereinstimmungen beider Stoffe so höchst unbedeutend, dass man wohl annehmen kann, sie besitzen beide gewisse gleiche Eigenschaften, ohne selbst identisch zu sein.

Eine kleine Quantität wirklichen Caseïns, wie es in der Milch enthalten ist, kommt jedoch auch in dem Blute vor, und zwar nicht allein dem der Frauen, sondern auch dem der Männer. Gmelin hat es darin gefunden, und bei einigen Blutanalysen, wo ich besondere Aufmerksamkeit auf diesen Stoff verwandte, habe ich ihn gleichfalls wahrgenommen.

Man hat eine grosse Menge von Hypothesen aufgestellt, wodurch die Farbe des Blutroths bedingt sei, und sie natürlich mit dem Eisengehalt in Verbindung zu bringen gesucht. Es ist höchst vergeblich, darüber irgend welche Betrachtungen aufzustellen, denn eben so wenig, wie wir wissen, wesshalb eine gewisse Verbindung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die den Zucker darstellt, süss schmeckt, eine andre dieser Stoffe und Stickstoff dunkelblau ist, wie im Indigo u. s. f., so werden wir einen Grund und eine Ursache finden können, wesshalb jene eisenhaltige Substanz roth sei. Es giebt nun indessen einige blutroth, oder fast blutroth gefärbte Eisenverbindungen, und desshalb glaubt man diese in dem Blute annehmen zu müssen. Aus diesem Grunde glaubt Hermbstaedt wirklich die Verbindung des Eisenoxyds mit

Schwefelcyanwasserstoffsäure darin vermuthen zu dürfen, während von Heller eine noch abenteuerlichere Idee vorgebracht wurde, nämlich die Meinung, als sei die Rhodizonsäure, eine, rothe Salze bildende Oxydationsstufe des Kohlenstoffs, im Blute enthalten. Dass das Eisen gar keine Beziehung zu dem rothen Farbstoffe haben sollte, ist nicht richtig, und die dagegen sprechenden Versuche sind auf eine andere Weise zu erklären.

Ausser dem rothen Farbstoffe sind noch von einigen Chemikern einige andere Farbstoffe im Blute gefunden worden. So hat Sanson einen gelben Farbstoff darin nachzuweisen gesucht, welchen Simon identisch erklärt mit seinem Blutbraun oder Haemaphein, welches wenig oder kein Eisen enthalten soll. Simon sucht diesem Stoffe eine besondere physiologische Bedeutung beizulegen, es ist jedoch gewiss nichts, als ein durch Alkalien verändertes Haematin; ebenso wie O'Shaugnessy's Subrubrin und das von Golding, Bird und Brett dargestellte Chlorohaematin und Xanthohaematin, welche Zersetzungsprodukte des Haematins durch Salpetersäure sind.

Ueber die physiologische Wichtigkeit des Blutroths können wir keinen Augenblick im Zweifel sein, aber welche Rolle dasselbe bei der Ernährung spielt, welche bei dem Process des Athmens, darüber sind wir noch völlig in Ungewissheit, und namentlich, weil es so sehr schwierig ist, sich die zu untersuchenden Stoffe in derselben Zusammensetzung zu verschaffen, wie sie im lebenden Organismus enthalten sind. Die Untersuchung des Bluts in gewissen Krankheiten, bei welchen man ex juvantibus mit Sicherheit auf eine, in dieser Beziehung fehlerhafte Blutmischung schliessen darf, und welche allein auf das Verhältniss dieses Stoffes zu den andern gerichtet sein müsste, würde unsere Kenntnisse um Vieles hierüber bereichern; eine solche ist jedoch bisjetzt noch nicht mit den, den Wissenschaften jetzt zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, und daher auch nicht ihren Anforderungen genügend, angestellt worden.

Fettarten des Bluts.

Chevreul und L. Gmelin wiesen in dem Blute zuerst mehrere Fettarten nach, welche Berzelius auch schon in dem aus dem Blute ausgeschiedenen Faserstoff gefunden hatte, von denen er anfangs vermuthet, sie seien durch Zersetzung der thierischen Substanz während der Untersuchung selbst entstanden.

Alles Fett, welches im Blute vorkommt, ist entweder in demselben aufgeschwemmt als kleine Fettkügelchen, und kann dann sehr leicht durch Schütteln desselben mit Aether ausgezogen werden, oder es ist verseift, und bildet dann fettsaure Salze, welche in dem Blutwasser aufgelöst enthalten sind: wirkliche Seifen. *)

Diese Säuren sind, Lecanu's Untersuchungen zufolge, Oelsäure und Magarinsäure, und zwar nur z. Th. als Seifen; sie sind selbst im freien Zustande in dem Blut enthalten.

Ausser diesen finden sich namentlich noch drei Fettarten im Blute, von denen die eine, wie schon oben angeführt, eigentlich nicht als Fettart betrachtet werden darf; es ist das überhaupt sehr verbreitete Cholestearin (Gallenfett), welches nach meinen Untersuchungen nicht nur die Eigenschaften, sondern auch die chemische Zusammensetzung des wirklichen Gallenfetts hat, und ausser in dem Blute, auch noch in dem Gehirn, den Nerven u. s. w. erscheint. Dass dasselbe nicht verseifbar ist, habe ich schon (p. 177) angeführt.

Neben dem Gallenfette soll noch ein phosphorhaltiges Fett im Blute enthalten sein, dessen Existenz noch näher nachzuweisen ist, und ein drittes, von Boudet entdecktes Fett endlich, welches von diesem den Namen Serolin erhalten

*) Es darf hierdurch nicht der oben gemachte Einwurf (p. 175) für widerrufen angesehen werden, nach welchem das Fett nur im freien Zustande im thierischen Organismus vorkommen sollte. Fettsäuren kommen im gebundenen Zustande als Salze (Seifen) vor, aber das unverseifte Fett ist auch immer unverbunden oder frei, und nur mechanisch eingemengt; nie ist es als solches mit Faserstoff u. s. w. vereinigt.

hat, aber vielleicht nur eine Ammoniakseife der Fettsäuren ist; jedenfalls scheint es Stickstoff zu enthalten, ein Bestandtheil, welcher sonst allen Fetten fehlt. Dass Buttersäure gleichfalls, wenigstens in manchem Blute, wahrscheinlich aber in allem vorhanden ist, ist schon erwähnt, wie auch der Umstand, dass durch gewisse Krankheiten, und u. a. auch durch Trunksucht ein sehr fettreiches Blut gebildet werden kann, welches durch diesen Fettgehalt selbst weiss gefärbt erscheinen kann. In solchem Blute fanden Lecanu und Zanarelli das Fibrin und das Haematin fast völlig verschwunden.

	Zanarelli		Lecanu
Wasser	90,5		79,4
Albumin	7,6		6,4
Krystallinisches Fett	0,4	Fette Substanzen	11,4
Flüssiges Fett	0,6	Spur v. Haematin	—
Fleischextract u. Salze	0,5	Extract u. festes Fett	2,5.

Verschiedene im Blute enthaltene Stoffe.

Ausser diesen abgehandelten Stoffen des Bluts finden wir noch eine Anzahl von Verbindungen darin, welche weniger gut charakterisirt sind, die auch sich an andern Orten in grösserer Menge und entschiedener finden. Dahin gehören erstens die aus dem eingetrockneten Blute durch mehr oder weniger concentrirten Alkohol ausziehbaren Stoffe, die Extractivstoffe, welche mit denen des Fleisches sehr grosse Aehnlichkeit haben, und wie diese in eine Anzahl nicht wohl untersuchter Verbindungen getrennt werden können. Diesen Stoffen eine besondere Wichtigkeit und Bedeutung zuschreiben zu wollen, und dieselben gar genau zu bestimmen, ist wenigstens so lange thöricht, als man nicht mit Sicherheit ihr Verhältniss und ihre Beziehung in Zusammensetzung und Stoffumwandlung zu den entsprechenden Verbindungen im Fleische, der Nervensubstanz u. s. w. nachgewiesen hat.

Neben diesen Stoffen treten die wohl charakterisirten der Se- und Excretion im Blute auf. So finden wir das Ptyalin (Speichelstoff) ganz deutlich in dem Blute, und wenn auch mit grösserer Schwierigkeit, doch mit Sicherheit nachweisbar

den Harnstoff. Der gelbe Farbstoff der Galle ist gleichfalls in dem Blute leicht zu entdecken, und Nasse fand ihn namentlich sehr reichlich im Blute des Rindviehs. Das Vorkommen dieser Stoffe scheint darauf hinzudeuten, dass alle diejenigen, welche sich als Secretionsstoffe darstellen, in dem Blute schon als solche vorhanden seien, oder doch darin gebildet werden, und in dem einzelnen Secretionsorgan nun aus dem Blute schon fertig ausgeschieden werden, eine Ansicht, welche nicht von allen Physiologen getheilt wird, welche ich aber später bei der Abhandlung der Secretionsprocesse näher zu erweisen mich bemühen werde.

Neben diesen festen Stoffen und den Flüssigkeiten, in welchen jene aufgelöst und aufgeschwemmt sind, haben wir namentlich noch die Gasarten zu erwähnen, welche in dem Blut aufgelöst enthalten sind. Diese, aus Kohlensäure, Stickstoff- und Sauerstoffgas bestehend, sind in dem Blute im verschiedenen Verhältniss enthalten, und werden durch den Athmungsprocess zum Theil in das Blut hineingebracht, zum Theil während der Circulation darin erzeugt und absorbirt. Das Venen- und Arterienblut zeigen in dieser Beziehung namentlich einen wesentlichen Unterschied, und durch sie wird auch die verschiedene Farbe dieser beiden Blutarten bedingt, indem wie angeführt, das Blutroth durch Sauerstoff und Kohlensäure verschieden gefärbt wird. Die Existenz und Menge dieser Gasarten hängt zu genau mit dem Athmungsprocess zusammen, als dass ich ihre Betrachtung schon hier könnte folgen lassen; und um so weniger ist diess hier nöthig, als die Beziehungen, welche das Blut zu der Muskelsubstanz besitzt, hierdurch nicht weiter aufgeklärt werden. Ich werde daher von diesen, keineswegs unwichtigen Punkten erst bei den Erscheinungen der Respiration handeln.

Oft ist es sehr wichtig, entscheiden zu können, ob gewisse Flecke auf Zeugen, Fussböden, Stahl u. s. w. von Blut oder von andern Substanzen herrühren, und in der medicina forensis ist oft eine Methode gesucht worden, welche genügende Auskunft darüber gäbe. Orfila hat Versuche in dieser

Beziehung angestellt, welche ich hier mittheilen will, da sie das Beste enthalten, was wir darüber wissen.

Auf Stahl sind die Blutflecken, wenn sie alt sind, dunkel braun; sind sie nur aufgespritzt, jedoch hellroth. Bis zu 30° C erwärmt, schält sich der Fleck von selbst ab, und hinterlässt das Metall ziemlich rein, was mit Rostflecken nicht der Fall ist, wohl aber mit Flecken von sauren Fruchtsäften. Diese indessen unterscheidet man leicht, indem man sie, wenn sie losgetrennt sind, in eine enge, unten zugeschmolzene Glasröhre bringt, sie erhitzt, und den Dampf mit violettem Lackmuspapier prüft. Dieses wird von Blutflecken blau, während ein unangenehmer, thierisch brenzlicher Geruch ausgestossen wird, von Fruchtsäften hingegen roth. Auch gewöhnlicher Rost giebt Spuren von Ammoniak beim Erhitzen, doch nur Spuren, und ohne den thierischen Geruch zu entwickeln. Steckt man den Stahl in Wasser, so löst sich Albumin und Haematin, und sinkt in rothen Streifen zu Boden, während Fibrin auf dem Stahl bleibt, und sich leicht mit dem Nagel abschaben lässt. Die rothe Flüssigkeit wird, wenn sie von Blut herrührt, durch Chlor anfangs grün, dann farblos, und endlich setzt sie weisse Flocken ab; durch Ammoniak wird sie nicht verändert, was der Fall ist, wenn die rothe Farbe von Fernambuk, Cochenille u. s. w. herrührte, dann wird sie violett. Eine dritte Parthie der Flüssigkeit wird mit Salpetersäure gemischt, diese bewirkt bei Blut einen weissgrauen Niederschlag; in einer vierten schlägt Galläpfeltinctur die Substanz mit unveränderter Farbe nieder, und eine fünfte endlich prüft man durch Kochen, wobei sie gerinnt, oder wenigstens opalisirend wird. Salpetersäure und Galläpfeltinctur sind namentlich anzuwenden, nämlich wenn ausser den Blutflecken sich noch Rostflecken finden. Dann filtrirt man die rothe Flüssigkeit von dem zugleich abgeschiedenen gelben Eisenoxydhydrat ab, und prüft sie wie angegeben.

Bei Zeugen, auf welche Blut geflossen, wendet man gleichfalls die Methode an, sie in Wasser aufzuhängen, und die rothe Flüssigkeit auf angegebene Weise zu untersuchen. Berzelius macht darauf aufmerksam, dass diese Reaction sehr ähnlich

sein könnte, wenn Krapproth mit Blutserum vermischt auf Zeug gekommen wäre, aber dann würde Salpetersäure die rothe Farbe in gelb, Alkali jedoch in blau verwandeln.

Ist das Blut auf Fussböden geflossen, so ist es, namentlich wenn diese schon abgewaschen sind, schwierig zu entdecken. Meist wird jedoch noch ein ausgeschältes Holzstück in Wasser aufgehängt, die blutrothe Flüssigkeit herabfliessen lassen, welche dann wieder zu untersuchen ist. Auf Steine eingetrocknet, kann man auf dieselbe Weise wie auf Stahl verfahren. — Das Verfahren, welches Barruël anwenden wollte, um das Blut, und selbst altes Blut, dem Geruch nach zu unterscheiden, ob es von Thieren oder Menschen, ja selbst Männern oder Frauen sei, ist schon oben angeführt, aber als ein nicht anwendbares bezeichnet worden.

In verschiedenen Krankheiten erleidet das Blut wesentliche Veränderungen, welche zum Theil Folge, zum Theil vielleicht auch Ursache der Krankheit sein mögen. Diese Veränderungen bestehen zum Theil in Vermehrung oder Verminderung des einen oder des andern Stoffes, z. B. des Wassers, des Faserstoffs, der Salze, des Blutroths, des Fetts u. s. w.; oder in einer Veränderung des einen oder des andern Stoffs, z. B. des Fibrins, oder endlich in dem Hinzutreten eines fremden, sonst im Blute nicht vorhandenen Stoffs. Diess ist z. B. der Fall in der Diabetes mellitus. In dieser Krankheit ist auch das Blut zuckerführend, während sonst kein Zucker in demselben zu entdecken ist.

Die Zusammensetzung des Bluts ist von jeher als eine für die Pathologie wichtige erschienen, und es hat sich nichts so sehr festgesetzt, als die Idee von einem unrichtig gemischten Blute, während damit eigentlich keine klare Vorstellung verbunden ist, und auch nicht sein kann, da die bisherigen Untersuchungen über diesen Punkt uns völlig im Stich lassen. Abgesehen davon, dass sie, um wirklich nützen zu können, alle unter möglichst gleichen Umständen angestellt werden müssen, das Blut also auch unter gleichen Umständen entzogen werden muss, so ist nicht allein nöthig, eine vollständige Analyse der Quantität der einzelnen Bestandtheile nach an-

zustellen, sondern sie auch nun noch qualitativ zu prüfen. Die Untersuchung muss, wenigstens in Beziehung auf den einen oder den andern Stoff, vergleichend während des Verlaufs der Krankheit fortgesetzt werden, und auf diese Weise ein Bild der steigenden und sinkenden Krankheit in den Eigenschaften des Bluts wiedergewonnen werden. — Eine Untersuchung dieser Art wäre, von gewissenhaften Personen ausgeführt, welche zu gleicher Zeit nichts als eine mühselige und doch vielleicht anspruchslose Förderung der Wissenschaft im Auge haben, sehr dankenswerth, wird aber, bei den geringsten Vorurtheilen, Uebereilungen und selbst Gewissenlosigkeiten, ein grosser Schaden für die Entwickelung der Wissenschaften sein.

Das Nervensystem.

Bei der chemischen Betrachtung des Nervensystems müssen wir namentlich auf zwei Punkte unsre Aufmerksamkeit richten, auf die chemischen Bestandtheile, aus welchen dasselbe zusammengesetzt ist, und auf den Einfluss, welchen es auf die chemischen Processe des Lebens ausübt. Schon oben (p. 59) ist von diesen Wirkungen gesprochen worden, und wir werden sie bei dem folgenden allgemeinen Capitel noch einmal zu berühren haben. Hier wollen wir nur die chemische Zusammensetzung dieser wichtigen Organe näher betrachten.

Das ganze zusammenhängende Nervensystem kann man gewissermaassen in drei Regionen abtheilen, in das Gehirn, das Rückenmark, und die von beiden ausgehenden Nervenstämme mit ihren Aesten und feinsten Verzweigungen. Die chemische Untersuchung hat erst in neuerer Zeit bei diesen Körpern Fortschritte gemacht, welche, weiter verfolgt, gewiss zu einst glänzenden Resultaten führen werden. Rückenmark- und Nervensubstanz sind so gut wie gar nicht untersucht, daher wir uns hauptsächlich auf die Zusammensetzung des Gehirns beschränken werden.

Das Gehirn.

Von dreifachen Häuten, der Dura mater, einer wirklichen Knochenhaut, der Arachnoïdea und Pia mater umhüllt, wird das

Gehirn bei den höheren Thieren durch die einzige völlig durch Knochen geschlossene Höhle gegen äussere Eindrücke geschützt, und bildet zwei deutliche Abtheilungen, das Cerebrum und Cerebellum, grosse und kleine Gehirn, von welchen wenigstens jenes nach beiden Seiten hin, durchaus symmetrisch erscheint. Aeusserlich eine graue und im Innern eine weisse durch zahlreiche Blutgefässe durchzogene Masse bildend, zeigt es im äussern Anblick zahllose Falten, welche sich tief in die Substanz hineinsenken. Wie die Nerven- und Rückenmarksubstanz, aus feinen cylindrischen Röhrchen bestehend, welche weder merkliche Anschwellungen zeigen, noch, wie frühere Beobachter meinten, perlschnurartig aufgereiht sind, bildet die ganze Gehirnmasse eine sehr weiche, dem äussern Eindruck leicht nachgebende Masse, welche in der Medulla oblongata und dem Rückenmark eine etwas grössere Consistenz annimmt.

Obgleich gegen diese Eindrücke sehr empfindlich, und leicht in seiner psychischen Kraft zu vernichten, ist es doch empfindungslos, und kann selbst theilweis entfernt werden, ohne das Leben des Thieres zu gefährden.

Wie die meisten organischen Stoffe, ist es sehr reich an Wasser, und enthält davon über 80 $\frac{0}{0}$, welches aber eine Anzahl von fremden Stoffen aufgelöst, und selbst aufgeshwemmt enthält. Die Menge des Wassers, welche darin enthalten ist, wird zuweilen krankhaft vermehrt, indem der Hydrocephalus acutus eine beträchtliche Wasserausscheidung in die Gehirnhöhle herbeiführt, welches dann diese Stoffe alle aufgelöst enthält. Eine solche Flüssigkeit fand ich zusammengesetzt aus:

Albumin	1,02
Fett, verseifbar	0,12
Cholestearin	0,21
Extractivstoffe mit milchsauren Salzen	3,21
Chlorkalium und Chlornatrium	5,28
Phosphorsaure, schwefels. u. kohlens. Salze	0.23
Wasser	989,93
	1000,00.

Das Cholestearin war in der Flüssigkeit aufgeschwemmt und liess sich augenblicklich durch das Flimmern in derselben

erkennen. Die Zusammensetzung des Wassers ist nicht so, wie die des Blutwassers, und es ist gewiss, dass dieses Organ bei der Assimilation des Bluts wesentliche Veränderungen in der Zusammensetzung der aufgelösten Theile desselben hervorbringt.

Aehnlich, wenn auch namentlich nicht den Cholestearingehalt zeigend, ist die Zusammensetzung der Flüssigkeiten des Hydrocephalus externus, welche durch die serösen Hirnhäute abgesondert wird. Ich will drei Analysen dieser Flüssigkeit anführen.

	Berzelius.	Mulder.	Marchand.
Albumin	1,66	0,549	1,10
Fett	—	0,070	0,05
In Alk. lösliche Substanz mit milchsaurem Natron	2,32	2,538	2,10
Natron	0,28	—	—
In Alkohol unlösl. thierische Subst.	0,26	—	0,13
Chlornatrium }	7,09	6,553	6,52
Chlorkalium }			1,35
Phosphorsaure Erdsalze	0,09	0,090	0,10
Schwefelsaures Natron	—	0,146 }	0,11
Kohlensaures Natron	—	0,057 }	
Wasser	988,30	989,997	986,54
	1000,00	1000,000	1000,00

Die Flüssigkeiten, welche bei Spina bifida und andern Rückenmarkskrankheiten abgesondert werden, hat Al. Marcet untersucht, und mit ganz ähnlichen Resultaten. Es sind dieselben Bestandtheile, welche man bei den serösen Flüssigkeiten überhaupt findet, und daher ist auch die oben angeführte der Anasarca (p. 172) sehr mit diesen hier übereinstimmend. Auch in diesen Flüssigkeiten erscheint zuweilen, doch nicht so häufig, Cholestearin, welches, wie wir sehen, schon im Blute enthalten ist (p. 258).

Die Zusammensetzung des Gehirns ist von mehreren Chemikern untersucht worden, ohne dass man sich bemüht hätte, die Stoffe genau zu charakterisiren. Diess ist erst mit sehr unglücklichen Resultaten von Couërbe und später mit sehr

guten Erfolgen von Frémy geschehen. Die Frémy'schen Untersuchungen habe ich zum Theil wiederholt und sie fast völlig bestätigt gefunden.

Vauquelin hatte die Bemerkung gemacht, dass das Gehirn reich an Phosphor sei, ohne jedoch die Art und Weise zu erkennen, in welcher er in diesem Organ enthalten sei. Anfangs glaubte ich, er sei vielleicht nur, wie ihn Mulder bei dem gewöhnlichen Albumin und Fibrin gefunden hatte, auch hier in dem Albumin enthalten, jedoch fand ich die Menge desselben viel grösser, als dass nicht noch eine andere, wesentlich phosphorhaltige Verbindung darin enthalten sein müsste. Frémy wies nach, welches die Verbindung sei; nachdem er gezeigt hatte, wie Couërbe's Untersuchungen, also auch seine Schlüsse, durchaus fehlerhaft seien.

Vauquelin und Lassaigne haben die Bestandtheile des Gehirns quantitativ abgeschieden; dieser hat das eines Wahnsinnigen untersucht, und ausser der ganzen Masse auch die Substantia corticalis und medullaris.

		Vauquelin.		Lassaigne.		
				d. ganze Geh.	Sbs. cort.	Sbs. med.
Albumin		7,00		9,6	7,5	9,9
Hirnfett	Stearin	4,53	Farbloses F.	7,2	1,0	13,9
	Elaïn	0,70	Rothes F.	3,1	3,7	0,9
Phosphor		1,50				
Extractivstoffe		11,2	mit Milchs. u. Salzen	2,0	1,4	1,0
Säuren, Salze, Schwefel		5,15	Phosphors. Salze	1,1	1,2	1,3
Wasser		80,00		77,0	85,0	73,0
		100,00		100,0	100,0	100,0.

Das Albumin hat keine besondern Eigenschaften, sondern gerinnt wie das gewöhnliche, und hat auch die Zusammensetzung, welche das Albumin des Blutserums besitzt. Phosphor- und Schwefelgehalt fand ich von diesem auch nicht abweichend.

Mit Wasser giebt das Gehirn eine Emulsion, welche durch das Fett herbeigeführt wird, das in demselben enthalten ist; filtrirt man diese, so findet man in der durchgelaufenen Flüssigkeit Albumin, welches durch Kochen und durch Alkohol gerinnt. Es ist also im lebenden Körper noch nicht geronnen,

sondern scheint diese zusammenhängende festere Masse durch die Verbindung mit den Fetten und ähnlichen Stoffen erlangt zu haben. Zuweilen findet sich das Albumin in völlig geronnenem Zustande, aber nur in Folge lokaler krankhafter Metamorphosen, und dann pflegen sich Concremente zu bilden, welche durch Cholestearin und einige Salze noch grössere Festigkeit erlangen. So fand Lassaigne ein solches Concrement aus

Cholestearin	58,0
Coagulirtem Albumin und Häuten	39,5
Phosphorsaurer Kalkerde	2,5

bestehend. Dergleichen Concretionen setzen sich in kleinen sandigen Partikelchen, namentlich in der Zirbeldrüse ab, und scheinen keine Störungen in der Function des Gehirns herbeizuführen. Dann bestehen sie fast nur aus phosphorsaurer Kalkerde, doch fand ich immer auch thierische Substanz darin; zuweilen etwas kohlensaure Kalkerde und auch einmal Cholestearin, welches jedoch meist bedeutendere Concretion zu bilden pflegt. Ich werde jetzt die näheren chemischen Bestandtheile des Gehirns anführen. Diese werden gebildet aus Wasser, welches die oben erwähnten Salze aufgelöst enthält, aus dem Albumin, welches mit dem übrigen Albumin in der chemischen Zusammensetzung und Eigenschaft identisch zu sein scheint, aus dem Cholestearin, einer geringen Menge Oleïn- und Margarinsäure, aus unverseiftem Oleïn und Margarin, und zwei ganz eigenthümlichen, dem Gehirn allein zukommenden fetten Säuren, der Cerebrinsäure, entweder im freien, oder mit Natron und phosphorsaurer Kalkerde verbundenen Zustande, und der phosphorhaltigen Oleophosphorsäure, welche theils frei, theils mit Natron vereinigt ist. Aus der Selbstzersetzung der letzteren Säuren geht häufig eine gewisse Quantität freier Phosphorsäure hervor.

Das Cholestearin bildet eine dem Fette in den äussern Eigenschaften sehr ähnliche Masse, ohne der Verseifung fähig zu sein; vielleicht würde es möglich sein, es bei höherer Temperatur als 100° zu verseifen. In heissem Alkohol und Aether leicht löslich, krystallisirt es aus diesen Auflösungen

beim Erkalten in grossen perlmutterglänzenden, fettig anzufühlenden Blättern, welche in Wasser völlig unlöslich sind. Daher kann man sie in wässrigen Flüssigkeiten, in denen sie aufgeschwemmt sind, sogleich durch ihr eigenthümliches Flimmern entdecken. Filtrirt man diese Flüssigkeit, so bleibt das Cholestearin auf dem Filtrum als eine seidenglänzende Masse zurück, meist etwas bräunlich gefärbt. Die Zusammensetzung ist von einer grossen Anzahl von Chemikern übereinstimmend gefunden worden, nämlich zu $C_{26} H_{44} O$. Es enthält gegen 84 $\frac{0}{0}$ Kohlenstoff.

Gren hatte diesen Stoff in den Gallensteinen zuerst entdeckt (1788), und erst später fand man ihn in der Galle, daher sein Name. Couërbe hat das Verdienst, ihn im Gehirn nachgewiesen zu haben, und es schien eine sonderbare Thatsache, von zwei so verschiedenen Organen diesen Stoff allein gefesselt zu finden; indessen hatte man schon früher beobachtet, dass er auch in verschiedenen Flüssigkeiten, die krankhaft abgesondert waren, erscheine, und diess veranlasste mich, eine Untersuchung über die Verbindung des Cholestearins im thierischen Körper anzustellen, aus welcher hervorging, dass diese Verbindung in der That sehr verbreitet sei, denn ich fand sie in der Galle, den Gallensteinen, dem Blute, dem Gehirn von Menschen und Rindvieh, im Rückenmark, in den Flüssigkeiten der Hydrocele und einer Menge anderer pathologischer Flüssigkeiten, in Geschwulsten u. s. w. Zugleich überzeugte ich mich in 7 Fällen durch die chemische Analyse, dass diese Stoffe, von den verschiedenen Orten genommen, in der That auch identisch seien.

Es scheint, als ob durch das Erlahmen oder wenigstens das Erkranken gewisser Functionen die Menge des Cholestearins ausserordentlich vergrössert werden könnte, oder ob vielleicht die Fähigkeit zuweilen erlischt, das gebildete und abgesetzte Fett fortzuschaffen, so dass daraus krankhafte Ablagerungen entstehen können, wie wir sie in der Gallenblase so häufig, aber auch im Gehirn und einigen Geschwulsten auftreten sehen. Diess ist merkwürdig, da das Cholestearin ein besonders indifferenter Stoff ist. Wir dürfen jedoch wohl

annehmen, dass er mit dem Athmungsprocess in einiger Beziehung steht, und dass er vielleicht ein Excretionsprodukt ist, welches bestimmt ist, aus dem Körper eine gewisse Menge von Kohlenstoff zu entfernen, welche durch das Athmen nicht hinreichend entfernt worden ist, oder nicht entfernt werden kann. Daher sehen wir in dem Organe, welches die aus dem Blute ausgeschiedenen Stoffe in so grosser Menge sammelt und in den Darmkanal überführt, nämlich in der Leber, diese Verbindung besonders auftreten. Unerklärt bleibt jedoch dabei die Menge des Cholestearins im Gehirn. Um hier eine Erklärung, oder wenigstens einen Anhalt an eine Meinung zu geben, können wir von folgenden Vorstellungen ausgehen:

Der ganze chemische Process in dem lebenden thierischen Organismus hat keine andere Bedeutung, als eine ununterbrochene Stoffumwandlung, und in dieser allein ist das vegetative thierische Leben begründet. Alle Verbindungen, welche dies Thier und dessen einzelne Organe constituiren, werden durch den Lebensprocess fortwährend fortgenommen, und von Neuem wieder erzeugt, so dass in keinem Organ ein Moment der Ruhe einträte. Wir werden dies bei der Lehre der Verdauung und Ernährung näher nachzuweisen suchen. Wenn L i e b i g sagt, das Blut ist ein entstehendes Organ, aber kein bereits entstandenes, so ist dies von dem Blute sehr wahr, aber ebenso wahr von einem jeden andern, obwohl gerade L i e b i g den Sinn seiner Worte nicht so gedeutet wissen will. Diese Stoffumwandlung, durch die circulirende Flüssigkeit, das Blut, eingeleitet und unterhalten, wird in dem Blute von Neuem wiederholt, damit dasselbe fähig ist, fortwährend dieselbe zu vollenden, und dies geschieht durch den Athmungs-, Se- und Excretionsprocess. Diese Stoffumwandlung wird nun natürlich in denjenigen Organen am kräftigsten vor sich gehen müssen und auch vor sich gehen, welche dem kräftigsten chemischen Processe dienen. Daher finden wir dies besonders bei den Verdauungsorganen, aber wir müssen es eben so sehr in dem Gehirn finden. Die Analogie, welche zwischen den Organen des Unterleibs und dem der Kopfhöhle stattfindet, ist nicht zu leugnen; T r i n i u s hat dieselbe, vielleicht etwas zu weit,

ausgeführt, und wir sehen namentlich in beiden Fällen, dass die Reaction der Nerven an beiden Orten die lebhafteste ist. Der Nerv kann nun nicht thätig wirken, wenn er nicht ernährt wird, und daraus folgt schon unmittelbar, dass, wenn er zur Thätigkeit überhaupt Nahrung braucht, diese Nahrung bei grösserer Thätigkeit auch grösser sein muss, und ein Organ, welches sich durch die immense Thätigkeit seiner Nerven auszeichnet, muss auch nothwendiger Weise eine besondere chemische Thätigkeit entwickeln. Wenn es nun gleich thöricht wäre, wollten wir die Thätigkeit des Gehirns, das Zusammenfassen von Gedanken, die Erregung der Phantasie, das Auffassen eines Eindrucks selbst nur durch einen chemischen Process erklären, so können wir doch natürlich nicht umhin, den entschiedenen Einfluss der Nerven dabei anzuerkennen, und einen sehr thätigen Einfluss; und damit auch die Nothwendigkeit zuzugeben, dass Nerven mit besonderer Energie ernährt werden, und somit einen sehr lebhaften chemischen Process erfordern. Mit andern Worten werden die Substanzen, welche die Nerven constituiren, sehr schnell resorbirt und sehr schnell ersetzt werden müssen, und wie wir an solchen Stellen, wo dergleichen Processe vor sich gehen, natürlich auch die Stoffe, welche dabei als unbrauchbar ausgeschieden werden, in grosser Menge antreffen müssen, so auch hier. Ich habe so eben angeführt, dass wir das Cholestearin als ein solches Excretionsprodukt auftreten sehen, dass wir es in Menge in der Galle antreffen; wir dürfen daher nicht erstaunen, es hier ebenfalls zu finden. Es gehört daher nicht sowohl zur Constitution der Gehirn- und Nervenmasse, sondern es ist der Rest der Substanzen, welche die Nervenmasse geliefert haben. Dieser Rest wird fortwährend fortgeschafft, und wo diese fortschaffende Thätigkeit erlahmt, da häuft es sich an, und bildet die erwähnten Concretionen.

Ausser dem Cholestearin sind Oleïn und Margarin in dem Gehirn enthalten, und ausser diesen ihnen entsprechende fette Säuren, wie sie aus der Verseifung des Menschenfetts entstehen. Aber neben ihnen in grösserer Menge, und offenbar grösserer Bedeutung, finden wir zwei Säuren, beide im freien

und verbundenen Zustande, von denen die eine besonders reich an Phosphor, doch stickstofffrei; die andere hingegen wenig phosphor-, jedoch stickstoffhaltend ist.

Die Cerebrinsäure, schon von Vauquelin und Couërbe bemerkt, wurde erst von Frémy rein erhalten, welcher sie als eine sehr schwache, aber fette Säure erkannte, die folgende Bestandtheile enthält: *)

	ohne Phosphor auf 100 Th. berechnet.			
C 66,7	67,31	=	68 C	67,33
H 10,6	10,69	=	128 H	10,54
N 2,3	2,33	=	2 N	2,32
P 0,9	0,00			
O 19,5	19,67	=	15 O	19,81

Das Atomgewicht würde dann sein 7575. Frémy fand, dass das Barytsalz 7,8 % Baryt enthielte, danach würde das Atomgewicht sein 11312. Wir können diese Resultate mit dem Phosphorgehalt vereinigen, wenn wir annehmen, es seien 2 At. Phosphor (und dies pflegt bei dem Phosphor der Fall zu sein, dass er in seiner Verbindung im Doppelatom enthalten ist) mit 6 At. Säure verbunden, welche dann mit 4 At. Baryt sich vereinigt hätten. Dann würden wir haben $[6\,(C_{68}\,H_{128}\,N_2\,O_{15}) + 2\,P] + 4$ At. Baryt. **) Die Menge des Phosphors würde in der freien Säure danach 0,85 % betragen, das gefundene Atomgewicht = 45248, und das durch die Rechnung erhaltene 45842, oder der berechnete Barytgehalt würde ergeben: 7,7 %; also Abweichungen, welche zu klein sind, um nicht einmal die Grenzen der gewöhnlichen Fehler des Versuchs nicht erreicht zu haben.

*) Frémy hat keine Berechnungen über die theoretische Zusammensetzung dieser merkwürdigen Verbindung angestellt; ich habe es jedoch für nöthig erachtet, diejenigen hier mitzutheilen, welche ich daraus abgeleitet habe.

**) Es ist jedoch wahrscheinlich, dass die Säure $C_{68}\,H_{128}\,N_2\,O_{15}$ wasserhaltig sei, und für jedes Atom Basis ein Atom Wasser verliere, dann würde die Formel lauten: $6\,(C_{68}\,H_{126}\,N_2\,O_{14}) + 2\,P + 2\,\dot{H} + 4\,\dot{Ba}$. Das berechnete Atomgewicht wäre dann: 45392 und der procentische Barytgehalt 7,77.

Die Cerebrinsäure ist die einzige stickstoffhaltige fette Säure und zugleich auch die einzige, welche Phosphor enthält. Der Phosphorgehalt ist wahrscheinlich auf dieselbe Weise zu deuten, wie der des Albumins und Fibrins, und gehört hier vielleicht noch wesentlicher wie dort zu der Constitution des Körpers. Bis auf ihn haben wir eine sehr grosse Verwandtschaft mit der Margarinsäure, welche sich gleichfalls im Gehirn findet. Diese besteht aus $C_{68}\ H_{136}\ O_8$. Nehmen wir an, dass ein Aequivalent Ammoniak sich mit derselben verbände, so erhalten wir $C_{68}\ H_{142}\ N_2\ O_8$; treten 14 At. Sauerstoff hinzu, von denen die Hälfte bei der Verbindung bleibt, die andere Hälfte als Wasser ausgeschieden wird, so erhalten wir $C_{68}\ H_{128}\ N_2\ O_{15} + H_{14}\ O_7$; oder die Elemente der Cerebrinsäure und des Wassers.

Die Cerebrinsäure ist also keine Proteïnverbindung, und entsteht offenbar aus dem Margarin oder der Margarinsäure, welche selbst noch unverändert im Gehirn angetroffen werden. Das Oleïn und die Oleïnsäure erleiden eine ähnliche Veränderung, welche wir indessen nicht so genau verfolgen können, da uns Frémy über die Zusammensetzung des daraus hervorgehenden Produkts, der Oleophosphorsäure, nicht aufgeklärt hat. Diese Säure zeichnet sich durch ihre äusserst leichte Zersetzbarkeit aus, und wir sehen sie bei der Untersuchung in Oleïn und Phosphorsäure zerfallen, woher denn das Gehirn selbst oft freie Phosphorsäure enthält, namentlich, wenn es einige Zeit gelegen hat. Aus dieser leichten Zersetzbarkeit sind gewiss Phänomene abzuleiten, welche wir bei krankhaft verändertem Gehirn bemerken; und vielleicht ist es ein Mangel oder ein Ueberfluss der einen oder der andern Substanz, welche Erscheinungen hervorbringen, die wir bei dem höhern Alter oder bei Regeneration dieses edlen und empfindlichen Organs beobachten. Hier scheint zugleich ein Beweis für die oben aufgestellte Behauptung, der energischen chemischen Thätigkeit dieses Organs zu liegen, und wir sehen diese Behauptung noch durch eine andere Erscheinung bestätigt. Woher kommt nämlich der Ammoniakgehalt der Cerebrinsäure? Wir finden analoge Erscheinungen bei der Ver-

wesung der thierischen Körper, d. h. dort, wo die chemische Reaction kräftig, obwohl in anderer als gewöhnlicher Art auftritt. Was aber (p. 187) von dem Leichenfett angeführt worden ist, scheint auch hier zu gelten. Das Albumin des Gehirns erleidet hier eine kräftigere Zersetzung, als an den andern Orten des thierischen Organismus, und zwar erzeugt sich hier das Ammoniak in Gegenwart von fetten Substanzen, welche dadurch eine Verseifung erleiden. Der Phosphor wird zum Theil als solcher mit aufgenommen, zum Theil wird er oxydirt zu Phosphorsäure und verbindet sich hier mit dem andern fetten Stoff, welcher das Ammoniak nicht aufnimmt, nämlich mit dem Olëin. Indem der Stickstoff auf diese Weise aus einem Theil des Albumins ausgeschieden wird, bildet sich eine kohlenreiche Suhstanz das Cholestearin, welches weiter nicht in die übrigen Verbindungen umgewandelt werden kann, und daher als Secretionsprodukt fortgeschafft wird. Wenn gleich diese Darstellung nicht auf die Schärfe der experimentalen Erklärung Anspruch machen darf, so wird sie doch dazu dienen können, sich von Vorgängen und Verhältnissen eine Vorstellung zu machen, die ein Organ betreffen, welchem wir mit besonderer Aufmerksamkeit unser vereinigtes Studium zuwenden sollten.

Uebrigens ist es nicht allein das Cholestearin, welches in zu grosser Menge unter diesen Substanzen erzeugt werden kann, sondern auch die Margarinsäure kommt zuweilen als eine Concretion vor. Boudet fand im Foetusgehirn eine solche, welche bei 60° C schmolz, und ziemlich reine Margarinsäure enthielt.

Das Studium der Veränderungen der Bestandtheile des Gehirns in den verschiedenen Lebensaltern würde von der höchsten Wichtigkeit für unsre Fortschritte im Felde der physiologischen Chemie sein, und man kann mit Sicherheit eingestehen, dass die freilich sehr mühevolle Untersuchung, durch einen entsprechend glänzenden Erfolg gekrönt werden würde.

Rückenmark und Nerven.

Die chemischen Bestandtheile des Rückenmarks und der Nerven scheinen dieselben zu sein, wie die des Gehirns, obwohl die der Nerven fast gar nicht gekannt sind. Vauquelin, welcher das Rückenmark untersuchte und die Medulla oblongata, fand darin mehr fette Stoffe, welche Phosphor enthielten, und weniger Albumin, Extractivstoff und Wasser als in dem Gehirn.

Eine auffallende Verschiedenheit zeigen die Ganglien von den Nerven. Beim Kochen mit Wasser schrumpfen sie zusammen und werden hart, bis sie endlich, ohne sich aufzulösen, wieder erweichen. Concentrirte Kalilauge löst sie langsam im Kochen auf und scheint dann Leucin zu liefern. Der Fäulniss widerstehen sie ausserordentlich lange, und zwar noch länger als die Nerven, welche schon an und für sich langsam faulen.

In gewissen Krankheiten schrumpft das Rückenmark zusammen bis zum Verschwinden; ebenso die Nerven. Ob diese Erscheinungen durch einen Verlust der Feuchtigkeit, oder ein Schwinden der Substanz, eine Veränderung derselben hervorgebracht wird, wissen wir nicht. Die Untersuchung über diesen Gegenstand ist noch zu führen.

Die Sinnesorgane.

Unmittelbar mit den Nerven und dem Gehirn, dem Centraltheil derselben zusammenhängend, sind die Organe der Sinne, deren chemische Betrachtung wir daher hier sogleich anknüpfen. In chemischer Beziehung sind es namentlich die Organe des Gesichts, Geruchs und Gehörs, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Der Geschmackssinn.

Der Geschmackssinn, welcher in der Zunge hauptsächlich seinen Sitz hat, kommt auch zugleich den übrigen innern Bekleidungen des Rachens zu, und ist nicht allein abhängig von dem Geruchsinn, wie einige Physiologen annehmen. Daraus, dass bei vorübergehendem Erlöschen des Geruchsinns, z. B.

bei Schnupfen, auch der Geschmack verloren geht, folgt doch nur, dass beide zu gleicher Zeit so afficirt werden können, dass sie gegen äussere Eindrücke abgestumpft sind. Rousseau, welcher einen viel zu innigen Zusammenhang zwischen Geruch und Geschmack annahm, wählte seine Versuche so aus, dass sie nichts gegen ihn beweisen konnten. Recht sinnreich und richtig ist Chevreul's Eintheilung der Stoffe in dieser Beziehung, in solche, welche 1) durch das Getast auf die Zunge wirken, 2) durch das Getast und Geschmack und 3) durch Getast, Geschmack und Geruch zu gleicher Zeit. Wie z. B. 1) die Kieselsäure, 2) der Zucker, 3) die Ananas und überhaupt die meisten Stoffe. Hinzuzufügen wäre noch namentlich, die chemische Wirkung sowohl auf die Flüssigkeiten des Mundes, als auf die Organe selbst, indem dadurch ganz besondere Empfindungen hervorgebracht werden, welche zuletzt nicht mehr dem Geschmackssinne angehören. So z. B. bei Verletzungen durch Schwefelsäure und kaustische Alkalien. Der Schmerz, welcher hier hervorgebracht wird, ist kein wesentlich anderer als der, welcher auf, von der Oberhaut entblössten andern Körpertheilen gleichfalls sich zeigt. Das Experiment, welches einige Personen angestellt haben, um zu prüfen, ob gewisse Thiere, z. B. mit hornartiger Zunge, Geschmacksinn besässen, und ihnen concentrirte Schwefelsäure darauf gossen, ist ein sehr schlecht gewähltes. Mit demselben Rechte könnte man, weil das Thier die Zunge zurückzieht, auch den Fingern Geschmackssinn zuschreiben, welche man sich schmerzlich verletzt, wenn man sie in Schwefelsäure taucht.

Eine merkwürdige Erscheinung ist der sogenannte Nachgeschmack, welchen viele Substanzen besitzen. Dieser rührt offenbar von verschiedener Nervenaffection auf den vordern und den hintern Theil der Zunge her, oder auch, doch gewiss viel seltner, von Zersetzungen der Stoffe durch die Flüssigkeiten des Mundes. Sonderbar ist es, dass auch ganz unauflösliche Substanzen einen eigenthümlichen Geschmack besitzen können. So z. B. die nicht edlen Metalle, welche hier offenbar eine chemische Reaction mit dem Speichel hervorrufen. Aber auch edle Metalle kann man durch die Zunge als me-

tallisch schmeckend wahrnehmen; ich finde dies bei dem Palladium, dem Silber, dem Golde, dem Platin, und vorzüglich bei dem russischen Platin, welches noch ein wenig Iridium enthält. Hier kann es nicht gut eine Auflösung sein. Dennoch ist die Geschmacksempfindung, und besonders auf der Spitze der Zunge im Anfange, dann aber an der Wurzel, so stark, dass ich den Geschmack eines Platinducatens, der mir 1 Minute auf der Zunge gelegen hatte, deutlich über 10 Minuten wahrnehmen konnte, wenn ich nüchtern war; nicht so lange, bald nach einer Mahlzeit.

Der Gesichtssinn.

Das Organ des Gesichtssinnes ist das Auge, dessen anatomische Beschreibung wir ganz übergehen wollen, und nur seine chemischen Bestandtheile, so weit sie untersucht sind, mittheilen werden.

Die Sclerotica wird aus einem, nur aus Collagen bestehenden und ganz fibrinfreien Gewebe gebildet, in welchem eine Menge von Gefässen entwickelt sind. Die Cornea, aus drei Häuten gebildet, deren äussere die innere Haut der Augenlieder, und deren innere eine eigenthümliche ist, bildet in der mittlern die eigentlich durchsichtige Hornhaut, welche in chemischer Beziehung der Sclerotica fast gleich ist, und sich namentlich durch ihre Structur von dieser unterscheidet. Ausser Collagen enthält sie eine kleine Menge von Fibrin. Dasselbe gilt von der Choroïdea, welche als eine schwarze, lockere, gefässreiche Haut die innere Seite der Sclerotica auskleidet. Die über derselben, im hintern Theil des Auges liegende Retina weicht jedoch von diesen Zusammensetzungsverhältnissen wesentlich ab; sie besitzt die Functionen der Nerven und stimmt in ihrer Zusammensetzung auch mit den Bestandtheilen der Nerven überein. Lassaigne fand in ihr jedoch nur $\frac{1}{100}$ Fett, von dem der eine Theil phosphorhaltig und nicht verseifbar war (Cholestearin?), der andre sich jedoch von den gewöhnlichen Fetten nicht unterschied. 92,9 % Wasser, 6,25 % Albumin und 0,85 % Fett giebt Lassaigne an. Anders fand

er den Nervus opticus. 70,36 Wasser, 22,07 Albumin und 4,40 nicht verseifbares, phosphorhaltiges Fett.

Auf der Choroïdea liegt ganz lose das schwarze Pigment, welches einen in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure verdünnter Salzsäure unlöslichen, schwarzbraunen Farbstoff enthält. Scherer fand darin 9,8 $\frac{0}{0}$ Asche, und nach Abzug derselben 58,67 C; 5,96 H; 13,77 N; 21,60 O. Die Asche besteht nach Gmelin aus Kochsalz, Kalk, phosphorsaurem Kalk und Eisenoxyd. Chlor scheint es nicht vollständig zu bleichen.

In dem von der Sclerotica umgebenen Raum befindet sich die Glasflüssigkeit, Humor vitreus, durchwebt von der Membrana hyaloïdea. Die Flüssigkeit ist reich an Wasser, und enthält an aufgelösten Substanzen namentlich Kochsalz. Berzelius fand in der des Ochsenauges

Kochsalz mit wenig extractartiger Materie	1,42
In Wasser lösliche Substanz	0,02
Albumin	0,16
Wasser	98,40
	100,00.

Merkwürdig ist es, dass bei Krappfütterung die Flüssigkeit röthlich wird. Zuweilen wird die ganze Membrana hyaloïdea, namentlich bei Alten, gelb (der grüne Staar), beim Foetus ist sie durch Blutgefässe röthlich gefärbt.

Von dem franzenförmigen Ciliarkörper umfasst, befindet sich in der Mitte desselben die Krystalllinse, deren merkwürdige anatomische Structur vorzüglich durch Brewster studirt worden ist. Von der Capsula Lentis umgeben, bildet sie eine Menge fächerartiger Abtheilungen, welche, wie Chevenix beobachtete, mit einer nach dem Mittelpunkte hin immer concentrirter werdenden Flüssigkeit angefüllt ist, welche die concentrirteste ist, die überhaupt im thierischen Organismus erscheint. Sie ist völlig farblos, und enthält eine Proteïnverbindung, welche 0,25 $\frac{0}{0}$ Schwefel, aber keinen Phosphor enthält. 15 $(C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{12}) + S$. In Eigenschaft und Zusammensetzung von dem Albumin und Fibrin unterschieden, nähert es sich am meisten dem Globulin, scheint aber eine eigene Verbindung, in keinem Falle Caseïn zu sein, welche

von Mulder den Namen Krystallin erhalten hat. Die Zusammensetzung des Krystallkörpers ist:

Krystallin	35,9
Alkoholextract mit Salzen	2,4
Wasserextract. Spuren v. Salzen	1,3
Zellenbildende Membran	2,4
Wasser	58,0
	100,0.

Durch warme Salpetersäure wird der Krystallkörper innen gelblich, äusserlich weiss gefärbt, und in seidenglänzende Fasern verwandelt, welche Xanthoproteïnsäure sind. Diese Fasern haben eine so regelmässige Structur, dass man sie für Muskelfasern halten möchte.

Wird der Krystallkörper undurchsichtig, so entsteht der durch die Operation heilbare graue Staar. Wahrscheinlich wird die Proteïnverbindung durch irgend welche Ursache coagulirt. Zuweilen ist die Menge der Salze in diesem undurchsichtigen Krystallkörper ausserordentlich gestiegen, und dadurch wohl die Ursache der Blindheit geworden. Vorzüglich ist es eine beträchtliche Zunahme und Ablagerung von Knochenerde.

Der Zwischenraum zwischen dem Krystallkörper und der Hornhaut wird von einer wässerigen Feuchtigkeit erfüllt, welche auch diesen Namen (Humor aqueus) besitzt, welche, nicht in Zellen eingeschlossen, zugleich bei Verletzung der Hornhaut ausfliesst. Sie besitzt ein spc. Gew. von 1,0053, während der Krystallkörper 1,0765 und sein mittlerer Theil 1,194 wiegt. Berzelius fand in der des Ochsen

Kochsalz mit wenig Alkoholextract	1,15
Extractartige Materie, nur in Wasser löslich	0,75
Albumin	Spur
Wasser	98,10
	100,00.

Die Iris endlich ist ein Gewebe von Fibrinfasern, welche durch ihre eigenthümliche Structur das Licht verschiedenartig brechen und reflectiren, wodurch wahrscheinlich die Färbung derselben allein hervorgebracht wird, ohne dass dabei ein besonderer Farbstoff im Spiele wäre. Das Selbstleuchten der

Augen, welches von dieser ausgehen soll, oder aus dem Innern des Auges herausstrahle, ist eine leicht zu erklärende Fabel. Merkwürdig ist jedoch ein besonderes Leuchten der Augen, das Glänzen derselben, bei heftigen Affecten, wo selbst ein eigenthümliches grünliches Licht ausgestrahlt werden kann, welches von dem Tapetum lucidum reflectirt zu sein scheint.

Die vordere und äussere Seite der Augen wird fortwährend von der aus der Thränendrüse abgesonderten Flüssigkeit feucht erhalten, welche unter dem Namen der Thränen bekannt ist. Sie hinterlassen 1 % feste Substanz, welche meist aus Kochsalz besteht, wie denn ihr salziger Geschmack leicht und oft beobachtet wird. Sie enthalten kein Eiweiss, sondern etwas Schleim, welcher immer zugleich mit abgesondert wird, und aus den Meibomschen Drüsen herrührt; ein eigenthümlicher Thränenstoff existirt nicht. Die Absonderung dieser salzigen, fast ganz indifferenten Flüssigkeit ist sehr merkwürdig, da gar kein Reservoir vorhanden ist, in welchem die Thränen gesammelt werden, um nur bei Gelegenheit auszufliessen, eben wie der Urin aus der Blase; sondern in dem Augenblick, wo sie fliessen, werden sie auch abgesondert, und bekanntlich zuweilen in Erstaunen erregender Quantität. Es ist dies durch den Einfluss der Nerven bedingt, die manche Personen sogar in ihrer Gewalt haben. Sie können weinen, wenn sie wollen und es gerade brauchen.

Der Geruchssinn.

Dieselben Unterschiede, welche man bei den verschiedenen Substanzen in Beziehung auf den Geschmack machen muss, sind auch bei den Riechstoffen aufzustellen. Auch diese wirken auf die, auf der Membrana Schneideriana ausgebreiteten Nerven entweder nur durch das Getast, oder durch Geruch und Getast, durch den Geruch allein ohne Getast, durch Geruch und Geschmack, und endlich auf diese Weise und zugleich chemisch reagirend. Bei dem Geschmack haben wir keinen Körper, welcher allein durch den Geschmack wirken kann, denn wenn man gleich die schweflige Säure, die Kohlensäure u. s. w. auf die Zunge oder die innere Rachen-

höhle strömen lässt, ohne dass der Geruch daran Theil nimmt, so haben wir hier offenbar eine mit der chemischen Reaction verbundene Geschmacksempfindung.

Durch das Getast wirken die fein vertheilten, staubförmigen Körper, welche eine Empfindung, die kaum, oder nicht Geruch zu nennen ist, in der Nase hervorbringen, z. B. fein vertheilte Kieselsäure; durch Geruch und Getast der Schnupftabak, durch Geruch und Geschmack eine Menge von fein vertheilten Körpern, welche oft zugleich im Schlunde eine besondere Empfindung hervorbringen, z. B. die Pikrinsalpetersäure, die zugleich heftig Niesen-erregend wirkt; durch den Geruch allein, die riechenden, aber nicht chemisch wirkenden Gasarten, z. B. die Düfte der Blumen, die ätherischen Oele u. s. w.; chemisch und zugleich auf die angegebene Weise wirken die flüchtigen Säuren, das Ammoniak u. s. w.

Dass auch Metalle riechen, welche man namentlich mit schweissigen Händen anfasst, z. B. Kupfer, Messing u. s. w., liegt offenbar in einer Zerlegung der Salze des Schweisses, welche vielleicht eine geringe Entwickelung eines metallhaltigen Wasserstoffs zur Folge hat. Die Metallwasserstoffe sind zwar ihrer bekannten Zahl nach noch nicht sehr zahlreich, doch kennen wir einige, welche uns berechtigen, auch bei andern Metallen dergleichen Verbindungen vorauszusetzen, z. B. den Eisenwasserstoff.

Die Membrana Schneideriana, eine gewöhnliche Schleimhaut, sondert fortwährend eine, die innere Fläche der Nase feucht erhaltende Flüssigkeit ab, welche durch die äussere Luft eintrocknet, indem das Wasser verdunstet, und das mit dem Schleim verbundene Natron sich mit der beim Athmen erzeugten Kohlensäure vereinigt. Berzelius fand in dieser Flüssigkeit:

Einen eigenthümlichen Schleim	5,33
In Alkali lösliches Extract mit milchs. Alkali	0,30
Chlorkalium und Chlornatrium	0,56
Extract, nur in Wasser löslich, Spur v. Albumin und phosphorsaurem Salz	0,35
Natron, verbunden mit dem Schleim	0,09
Wasser	93,37
	100,00.

Dieser Nasenschleim ist ein anderer als der, welchen die übrigen Schleimhäute absondern. Ist die Nasenschleimhaut entzündet, wie beim Schnupfen, so wird anfangs eine dünnflüssige, kaum Spuren von Schleim, aber Albumin enthaltende Flüssigkeit abgesondert, mit beträchtlichem Salzgehalt, sodann aber eine dicke Masse, welche 6—10 $\frac{0}{0}$ wirklichen Nasenschleim wieder enthält, und zugleich eine nicht unbeträchtliche Menge Fett, welches sich auch im Auswurf der Schwindsüchtigen finden soll.

Der Gehörssinn.

Von den Substanzen, welche dem Gehörorgan eigenthümlich sind, haben wir nur wenig anzuführen. Die Structur des Gehörorgans ist so eingerichtet, dass es theils aus weichen, theils festen Theilen besteht, welche durch die Schwingungen, in welche sie versetzt werden, die Empfindung des Schalles hervorrufen. Die Flüssigkeiten, welche darin enthalten sind, kommen in so geringer Menge darin vor, dass sie nicht untersucht werden konnten. Nur hat man gefunden, dass sie frei schwimmende Krystalle von kohlensaurem Kalk enthalten. Ob diese einen besondern akustischen Zweck haben, ist nicht bekannt, doch wahrscheinlich.

Ein besonderes Produkt ist das sogenannte Ohrenschmalz (Cerumen), welches aus einem bittern, braunen, butterartigen Oel (62,5) und einer von dem Albumin verschiedenen Substanz, durch vieles Wasser aufgeweicht (37,5), besteht. Das Fett ist aus Stearin und Oleïn zusammengesetzt, und ist sehr leicht verseifbar, unter Entwickelung eines unangenehmen Geruchs.

Zuweilen verhärtet dieses Ohrenschmalz und verursacht Taubheit. Man kann es sodann durch ein erwärmtes Gemenge von Baumöl und Terpenthinöl wieder flüssig machen, welches man in den Gehörgang hineingiesst.

Die Haut mit ihren Fortsätzen.

Die Haut, welche alle weichen und festen Theile bei den schalenlosen Thieren überzieht, und nach Aussen hin meist nur

einen geringen Schutz darbietet, hat in chemischer Beziehung eine doppelte Wichtigkeit, nämlich ihre eigene chemische Zusammensetzung und die daraus hervorgehende Benutzung betreffende, und die Erscheinungen, welche durch die Secretion derselben hervorgebracht werden.

Wir finden die Haut aus drei Schichten zusammengesetzt, welche in anatomischer und physiologischer Beziehung, wie durch chemische Zusammensetzung sehr verschieden von einander sind. Man kann besonders drei verschiedene Schichten unterscheiden, die eigentliche Haut, oder das Corium, das gefäss- und nervenreiche Corpus papillare und die Epidermis, oder Oberhaut, von welcher aus die verschiedenen Fortsätze als Horn, Nägel, Klauen, Haare, Federn ausgehen.

Die Epidermis bedeckt als Hornblatt die ganze Oberfläche des Körpers, an einigen Stellen verdickt und dann das sogenannte Horn darstellend. So sind Horn, Nägel, Hufe, Haare und Federn nur die verdickte Oberhaut, welche aus eigenen Keimen sich zwar entwickelnd, doch weder Gefässe noch Nerven besitzen, und daher empfindungslos und blutlos sind.

Alle diese Theile, an welche sich auch die innere Haut des Eies, welche das Eiweiss umschliesst, reiht, haben eine gleiche Zusammensetzung, und scheinen, eine Proteïnverbindung darstellend, aus diesem mit Ammoniak zu bestehen. Schwefel enthalten diese Verbindungen gleichfalls, und in Haaren, Horn, Federn und Klauen finden wir noch eine besondere Menge von Eisen, welche vorzüglich bei den rothen Haaren vorherrschend sein soll, obwohl die rothe Farbe vermuthlich von einem eigenthümlichen fetten Oele herzurühren scheint, das in denselben enthalten ist. Der Fäulniss mehr als die andern Bestandtheile des Körpers widerstehend, wird sie auch von chemischen Reagenzien nicht kräftig angegriffen und zerstört. Concentrirte Schwefelsäure löst sie, unter Entwickelung eines eigenthümlichen Geruchs auf, daher sich dieselbe zwischen den Fingern ganz schlüpfrig anfühlt; Salpetersäure färbt sie bleibend gelb, bis sie abgenutzt ist; salpetersaures Silberoxyd oder Chlorsilber bringt eine schwarze Färbung hervor, nicht sowohl von Schwefelsilber, als von reducirtem Silber, wie

dies auch der Fall mit andern organischen Verbindungen ist. Goldchlorid wie salpetersaures Quecksilberoxydul färben die Haut purpurroth. Kaustische Alkalien und alkalische Erden lösen die Haut auf, und lassen sie dabei zusammenschrumpfen, was auch schon durch anhaltendes Liegen im Wasser geschieht. Auch Schwefelcalcium löst die Haut auf, und man kann diese Substanz als Rhusma anwenden, zu welcher die Türken sich eines Gemischs von Schwefelarsenik mit 9 Th. kaustischem Kalk bedienen. Kalkhydrat, bis zum Sättigen mit Schwefelwasserstoff behandelt, löst, auf die Haare gestrichen, diese gleichfalls bald auf, und kann, ohne die Epidermis zu verletzen, nach wenigen Minuten mit den Haaren entfernt werden. *)

Unter der Oberhaut, welche man durch Uebergiessen der lebenden Haut mit concentrirter Essigsäure leicht und vollständig entfernen kann, liegt das Corpus papillare, welches durch ein sehr weiches, von Nerven und Blutgefässen zahlreich durchdrungenes Gewebe dargestellt wird. Es ist äusserst empfindlich, und, von der Oberhaut entblösst, ungemein schmerzend bei leiser Berührung. Mit einem besondern Farbstoff erfüllt finden wir es bei den gefärbten Völkerschaften, welche alle Abstufungen von dem dunkelsten Ebenholzschwarz der Congo-Neger bis in ein fast gelblichröthliches Weiss der Engländerinnen, durch die kupferrothe Farbe hindurch zeigen. Der Sonnenstrahl dunkelt zwar auch und bräunt die hellen Farben, doch werden sie niemals in Schwarz verwandelt. Chlor bleicht die Farbe, jedoch nicht anhaltend, und selbst Neger können, mit Chlorwasser gewaschen, auf eine Zeit wenigstens gelblich werden. Dabei wird die Haut jedoch angegriffen, und man kann das Chlorwasser nicht mit Vortheil anwenden,

*) Die chemischen Untersuchungen über die Horngebilde sind bis jetzt noch sehr mangelhaft, so dass nichts, oder weniges von Wichtigkeit hier angeführt werden könnte. G. Mulder und van Laer haben eine sehr ausführliche Untersuchung darüber unternommen, und zum Theil schon ausgeführt. Ich muss auf diese verweisen, deren Resultate zwar noch nicht bekannt geworden sind, sich aber in Erdmann's und Marchand's Jour. f. prakt. Chem. Jahrg. 1842 finden werden.

um Sommerflecken und Male zu vertreiben. Diese sind zum Theil in der Oberhaut, aber viel häufiger in dem Corpus papillare, oft durch eine Teleangiektasie gebildet, und können dann nicht oder nur schwierig vertrieben werden.

Diese Färbungen sind durch eine fette, gefärbte Substanz meist bedingt, welche man bei einigen Thieren näher untersucht hat, und namentlich bei den Tauben. Die Röthe der Lippen, Wangen u. s. w. wird nicht durch einen besondern Farbstoff, sondern durch die durchschimmernden Blutgefässe gebildet, welche sich in grosser Zahl darin verbreiten.

Die unter dem Corpus papillare liegende Haut, das Corium, ist aus Collagen gebildet, und hängt an einzelnen Stellen unmittelbar und sehr fest mit der die Muskeln bedeckenden Haut zusammen. Unter ihr liegt an vielen Stellen das ausserordentlich dicke Fettpolster, welches als schlechter Wärmeleiter die Einflüsse der äussern Temperatur auf den Körper verringert, ohne doch die Empfindung der Kälte und Wärme vermindern zu können, indem diese schon durch das Corpus papillare wahrgenommen werden. Dieser Theil der Haut, welcher in chemischer Beziehung alle Eigenschaften des Collagens besitzt, sich daher wie dieses mit Gerbsäure vereinigt, und das Leder bildet, ist der eigentliche Sitz der Hautabsonderungen.

Die Absonderungen der Haut sind dreierlei Art; sie sind durch eine Fettabsonderung, eine Ausscheidung flüssiger, und endlich gasförmiger Stoffe dargestellt. Leider kennen wir weder die eine, noch die andere jener Substanzen nur mit einiger Gewissheit, und vorzüglich sind es die quantitativen Bestimmungen, welche bis jetzt noch den grössten Unsicherheiten unterworfen sind; deren genaue Feststellung jedoch nichts desto weniger so wichtig für die richtige Auffassung der allgemeinen Secretionsphänomene ist, dass hieran nun die genauen Berechnungen scheitern werden, bis man im Stande gewesen sein wird, diese Momente festzustellen.

Die Fettabsonderung, welche die Haut elastisch erhält, und zugleich gegen Feuchtigkeit fast undurchdringlich macht, geschieht aus kleinen Drüsen, welche mit einem, oft

durch ein Haar verengten Ausführungsgang versehen sind. Diese sind es nicht, welche zugleich den Schweiss abscheiden, denn dieser wird durch kleine, schraubenförmig gewundene Kanäle in Gestalt kleiner Tröpfchen auf der Oberhaut abgesondert. Jene fettige Hautschmiere sammelt sich in den Haaren, welche die Haut bedecken, in grösserer Menge an, und so finden wir sie vorzüglich in der Wolle (auch den Wollhaaren der Menschen) in ziemlich grosser Quantität. Chevreul hat die aus der Schafwolle besonders untersucht, und gefunden, dass sich die fetten Stoffe wesentlich von den andern Fettarten der Thiere unterscheiden. Es ist offenbar aus dem unter der Haut liegenden Fette hier ein neuer chemischer Stoff gebildet worden, dessen Bildung ohne Zweifel wesentlich mit der vital-chemischen Reaction der Haut zusammenhängt. Die den Foetus umgebende Vernix caseosa scheint ein Gemenge oder eine Verbindung eines albuminähnlichen Stoffes mit einem unverseifbaren Fette, vielleicht Gallenfett, zu sein, welche für Wasser undurchdringlich, das junge Thier gegen den Einfluss der Feuchtigkeit schützt.

Neben diesem Fette wird in grösserer Menge eine flüssige, wässrige Substanz abgeschieden, welche gewöhnlich in einer so geringen Menge abgesondert wird, dass sie sogleich verdampft, und durch ihre Verdunstungskälte eine Abkühlung des Körpers hervorbringt. Steigert man die Verdunstung durch Luftzug oder Fächeln, so wird die Abkühlung natürlich dadurch gleichfalls stärker. Hindert man hingegen die Verdunstung, so bedeckt sich bald die ganze Haut mit einer Flüssigkeit, welche von derselben herabfliesst, während die Wärmeempfindung des Körpers sich unerträglich steigert. Dabei steigt auch wirklich die Temperatur des Körpers, obwohl ungemein wenig, oder doch nur sehr langsam. Noch stärker wird das Hitzegefühl, wenn man die Aussonderung selbst hindert, z. B. durch Bekleben der Haut mit Gold- oder Silberblättchen.

Die einzige Untersuchung über den Schweiss, welche wir besitzen, ist von Anselmino. Die Eigenschaften, z. B. Concentration, Geruch, Geschmack sind bei verschiedenen Menschen ganz verschieden, und bei einem Menschen selbst sehr ver-

schieden nach den einzelnen Theilen des Körpers. Während die Fussschweisse meistens sehr stark riechend sind, finden wir dies weniger bei den an andern Orten abgesonderten, was zum Theil jedoch von der undurchdringlichen Bekleidung der Füsse herrührt. Der unter der Achselhöhle abgesonderte Schweiss enthält oft viel freies Ammoniak und ist aus diesem Grunde schon stark riechend, obwohl er auch noch eine fette flüchtige Säure zu enthalten scheint, welche ihm den Bockgeruch ertheilt. Der in der Gegend der Geschlechtstheile abgesonderte Schweiss enthält freie Buttersäure, namentlich bei sehr fetten Personen, und riecht davon stark. Nur $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Procent feste Substanzen enthält der Schweiss, welche aus verschiedenen Salzen, Salmiak, milchsauren Alkalien, schwefel- und phosphorsauren Salzen, zum Theil Kalksalzen bestehen, und mit Fleischextract und einigen andern thierischen Stoffen gemengt sind. In der Asche, welche aus 23 $\frac{0}{0}$ des festen Rückstandes bestehen soll, fand Anselmino auch Spuren von Eisenoxyd. Wenn Pritchard im grünen Schweisse eines kranken jungen Mädchens Kupfer fand, so ist dies wohl auf eine zufällige, durch äussere Umstände bedingte Erscheinung zu schieben.

Ausser dem Schweisse, welcher meist mit abdunstet, werden nun auch noch Gasarten ausgehaucht, welche vielleicht permanent sind, und welche wesentlich zum chemischen Process der Secretion gehören. Ihre Zusammensetzung kennen wir nicht, indessen sehen wir, dass wenigstens bei manchen Thieren die Haut eine wirkliche Art von Respiration übernahm. Dass auch bei den Menschen eine enge Beziehung zwischen Athmungs- und Hautausdünstungsprosess stattfindet, sehen wir aus den Beispielen, wo nach weit ausgebreiteten oberflächlichen Hautverbrennungen gewöhnlich eine Lungenentzündung eintritt. Wie diese Gasausscheidung mit dem Athmen, so steht die Schweissausscheidung in enger Beziehung zu der Harnsecretion, und zwar so sehr, dass die eine für die andre vicariren kann, und dass oft bei der Unterdrückung der einen auch die andre gänzlich fehlt. Hierüber mehr bei dem Capitel der Secretionen.

DIE CHEMISCHEN PROCESSE IM THIERISCHEN ORGANISMUS MIT IHREN ORGANEN.

Die Organe und Apparate, welche dazu dienen, die chemischen Processe in dem thierischen Organismus zu unterhalten, sowohl die rein chemischen, als die chemisch vitalen, sind von den äussern, jetzt geschilderten eingeschlossen, und sind, bis auf Gehirn, Nervensystem und Blutsystem, die edeln Eingeweide, deren Verletzung eine mehr oder mindere erhebliche Störung für die Fortdauer des Lebens hervorruft. Wir werden diese Organe bei der Darstellung derjenigen Processe beschreiben, welche wir in Folgendem abzuhandeln haben.

Die chemischen Processe des lebenden Organismus müssen wir eintheilen in die Ausscheidungs- und die Ernährungsprocesse. Jene bestehen nothwendig so lange das Leben des Körpers unterhalten wird; sie sind das vegetative Leben des Thieres, und wenn der eine oder der andre durch eine krankhafte Ursache unterbrochen wird, so muss ein anderes Organ dafür thätig und vicarirend auftreten, so dass zuweilen das Zusammenleben der übrigen Organe nicht so wesentlich dadurch gestört wird, dass ein Erlöschen des Lebens einträte; oder es kann diese Thätigkeit von keinem andern Theil des Organismus übernommen werden, und diese erliegt den krankhaften Eingriffen, welche weder das Heilbestreben der Natur, noch die Bemühungen der Kunst zurückzuweisen vermögen.

Die Absonderungsprocesse sind diejenigen, welche die Stoffe aus dem Organismus entfernen, welche derselbe aufgenommen hat, und nicht im Stande ist zu assimiliren, und diejenigen, welche durch den Lebensprocess aufgezehrt oder vielmehr verändert und nun zur Zusammensetzung der Körpersubstanz nicht mehr tauglich sind. Jene können natürlich nur so lange ausgeschieden werden, so lange fremde Stoffe aufgenommen werden, diese können und müssen so lange entfernt werden, als der Organismus lebt. Es tritt also auf diese Weise ein Stoffmangel ein; ein Verschwinden der Körpersubstanz, welche ersetzt werden muss; dies geschieht durch die Nahrungsmittel in dem Ernährungsprocess. Zwi-

schen beiden Processen, beide vermittelnd, steht der Athmungsprocess.

Wir wollen nun im Folgenden zuerst die Absonderungsprocesse betrachten und die Substanzen, welche dabei ausgeschieden werden. Diese bestehen aus dem Harn, dessen Secretion durch die Nieren, den Excrementen, deren Absonderung durch den Darmkanal geschieht, und den Ausdünstungen und Absonderungen der Haut, dem Schweisse, und endlich den geschlechtlichen Secretionen.

PROCESSE DER ABSONDERUNG.

Harnsecretion.

Die Organe der Harnabsonderung, die Nieren, liegen in der Mitte der Bauchhöhle ungefähr, an dem Rückgrathe, von der verschiedenen Grösse; bei den Menschen meist von Faustgrösse, in ovaler, bekannter Form, und haben in ihrer Bildung überhaupt die Structur der Drüsen, und ausserdem eine anatomisch specielle.

Sie bestehen aus einer grossen Anzahl von feinen, röhrenförmigen Kanälen, deren Dicke $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{60}$ Linie und mehr beträgt, und die in endlosen Windungen hin- und hergeschlungen, theils blind endigen, theils anastomosiren. Schneidet man indessen die Nieren durch, so findet man, dass sie eine besondere, gröbere Structur zeigen, welche sich namentlich zuerst in der Theilung der Substanz in eine äussere und eine innere Abtheilung darstellt. Jene, die Substantia corticalis, umgiebt, aus feinen Röhrchen gebildet, welche strahlenförmig angeordnet erscheinen, die aus wenigern und grössern Röhren gebildete Substantia tubularis, deren Kanälchen durch die Vereinigung jener ersten Röhrchen entstehen. Diese Substanz endet in den warzenförmigen Papillen, aus denen der Harn abgesondert wird, in den darum liegenden, jede Papille selbstständig umgebenden Nierenbecher fliesst, von dort in das grössere Nierenbecken geführt wird, welches in den Harnleiter übergeht, der in die Harnblase einmündet, in welche der Harn hinabgeführt, aufgesammelt und daraus willkührlich entleert wird.

Die äussere Hülle, welche die Nieren umgiebt, das Parenchym derselben, besteht aus einer sehr albuminösen Substanz, die, durchzogen von zahllosen Capillargefässen, und durch gewöhnliches Bindegewebe mit einander verbunden, daher auch durch Kochen erhärtet. Anhaltendes Kochen zieht daraus die Substanzen aus, welche wir beim Kochen des Fleisches bekommen, und unter diesen auch Leim. Das innere Gewebe der Nieren ist ungemein reich an Flüssigkeiten, und wird dieselbe in Wasser vertheilt, so bleibt auf einem Leinentuche, durch welche sie gepresst wird, nur eine geringe Menge einer, dem Faserstoff des Bluts nicht ganz ähnlichen Substanz zurück. Stearin und Oleïn, durch Aether ausziehbar, kaum mit einer Spur fetter Säuren, hängt derselben an; sie selbst zeigt, davon gereinigt, nicht die Eigenschaften des Collagens, wohl aber die der innern Arterienhaut, so dass es wahrscheinlich ist, die Häute dieser Gefässe und die der Drüsenröhrchen seien aus einer und derselben Substanz gebildet. Die von der festen Substanz abgeschiedene Flüssigkeit ist reich an Albumin, welches sehr viel Fett enthält, und durch Milchsäure sauer ist.

Ausserdem erscheint in den Nieren, neben den gewöhnlichen thierischen, nicht näher charakterisirten Extractivstoffen, und den Salzen, unter denen sich namentlich das Kochsalz auszeichnet, der dem Harn eigenthümlich zukommende Harnstoff, welchen Lecanu in den von Harn befreiten Nieren auffand.

Die aus der Nierensecretion hervorgehende Flüssigkeit, welche für die Betrachtung der chemischen Lebensprocesse von der äussersten Wichtigkeit ist, ist

Der Harn.

Sowohl für den Arzt, als auch für den Chemiker ist der Harn ein Gegenstand des höchsten Interesses, woher es denn kommt, dass seit langer Zeit die Gelehrten ihre Bemühungen der Betrachtung desselben mit grossem Eifer zugewendet haben, und dadurch Entdeckungen gemacht worden sind, welche zu den ausgezeichnetsten der Chemie im Allgemeinen, und insbesondere der Zoochemie gehören. Man kann fast nach

den Kenntnissen, welche wir von dem Harne bei den Aerzten und Chemikern der verschiedenen Zeiten finden, den Zustand und den Fortschritt der ganzen Wissenschaft beurtheilen, und, sonderbar genug, bestätigt sich dies gerade in der neuesten Zeit in Bezug auf die Entwickelung der Chemie der organischen Verbindungen, und der auf die Physiologie angewendeten.

Die ersten Versuche über den Harn sind von van Helmont angestellt worden, welcher in seiner Schrift „de Lithiasi" dieselben im Jahre 1643 bekannt machte. Seine Ansichten, in dunkeln Worten und oft ganz unverständlichen Ausdrücken dargestellt, sind die, dass der Urin eigenthümliche Grundstoffe enthalte, eine von allen andern Flüssigkeiten verschiedene sei, einen flüchtigen Geist und salinische Stoffe besitze. Vier und zwanzig Jahre darauf entdeckte der banquerotte Kaufmann Brandt in Hamburg, im Harne nach Gold suchend, den Phosphor, den Kunckel etwas später gleichfalls darin fand. Boyle, der 1680 der Londoner Koenigl. Societät den ersten selbstbereiteten Phosphor vorlegte, stellte die erste chemische Analyse des Urins an, welche, als das Verlangen nach dem merkwürdigen Stoffe stieg, öfter wiederholt wurde, ohne besondere Resultate zu liefern.

Wie gering die Kenntnisse in jener Zeit, selbst bei den Gelehrtesten, besonders in Beziehung auf die zoochemischen Erscheinungen und Substanzen waren, ersieht man sehr überraschend daraus, dass, als der Pisaner Professor Lorenz Bellini fand, der Harn bestehe grossentheils aus Wasser, welches abgedunstet einen salzigen Rückstand hinterliesse, der durch Zusatz von Wasser eine harnähnliche Flüssigkeit wieder liefere, dies für eine erstaunliche Entdeckung gehalten wurde. Die spätern Untersuchungen von Boerhaave, Marggraff (1743), Bergmann u. s. w. wurden durch die von Rouelle d. J. (1773 und später) bei Weitem übertroffen, welche sich auch auf den Harn verschiedener Thiere ausdehnten. Fourcroy und Vauquelin, Cruickshank, dessen Mittheilungen jene französischen Chemiker durchaus ignoriren, Berzelius und zahlreiche neuere Chemiker, unter denen besonders Prout

und Lehmann zu nennen sind, haben unsere Kenntnisse über diese Flüssigkeit ungemein erweitert, wenn auch noch nicht bis zu seiner völligen Erschöpfung.

Der Harn ist die am wenigsten constante Eigenschaften zeigende thierische Flüssigkeit, deren Modificationen nicht allein durch Krankheit, sondern auch durch geringfügige andre Umstände herbeigeführt werden.

Der Genuss von Speisen bedingt einen Wechsel der Bestandtheile des Harns, die mehr oder minder bedeutende Schweisssecretion den grössern oder geringern Wassergehalt; die stärkere oder gelindere Bewegung, selbst die heftigere oder unbedeutendere Aufregung des Gemüths ist nicht ohne wesentlichen Einfluss.

Im normalen Zustande ist der Harn eine gelbliche, klare Flüssigkeit, von angenehmen Geruch nach Fleischbrühe, einem spec. Gw. von 1,005—1,003 (nach Prout 1,0125, und in sehr schweren Krankheiten 1,05, als böses Zeichen); er röthet Lackmuspapier, und setzt beim Erkalten einen Bodensatz unreiner Harnsäure ab, welche sich beim Erwärmen auf 40° wieder auflöst.

Schon nach wenigen Tagen zersetzt sich der Harn an der Luft, indem seine Farbe mehr und mehr verschwindet, und er einen starken ammoniakalischen Geruch annimmt. Dabei überzieht er sich mit einem weissen Schleime, und auf dem Boden des Gefässes setzen sich kleine Krystalle von phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia ab. Der Selbstverdunstung überlassen, schiessen endlich cubische, und darauf octaëdrische Krystalle an, welche gelb gefärbt sind; jene sind eine Verbindung von Harnstoff mit Salmiak, diese von Harnstoff mit Kochsalz. Der Harnstoff hat nämlich die merkwürdige Eigenschaft, die Krystallform dieser beiden Salze entgegengesetzt zu verändern. Das Kochsalz krystallisirt sonst gewöhnlich in Cuben, und der Salmiak in Octaëdern. Zuletzt erhält man das sogenannte Sal mikrokosmicum, eine Verbindung von phosphorsaurem Ammoniak mit phosphorsaurem Natron. Die braune, dickflüssige Mutterlauge enthält eine Menge kohlensaures Ammoniak. Bei Ausschluss der Luft gehen diese Zer-

setzungen nicht vor sich. Man kann ihnen sogar, wenn sie beginnen, Einhalt thun, wenn man den Zutritt des Sauerstoffs unterbricht.

Kocht man den Harn anhaltend, so zersetzt er sich gleichfalls, da der Harnstoff dadurch in kohlensaures Ammoniak umgewandelt wird. Man muss daher den Harn Behuf seiner Untersuchung nur zwischen 70—80° C höchstens abdampfen. Bei der trockenen Destillation liefert der Rückstand des Harn's kohlensaures, essigsaures, salzsaures und cyanwasserstoffsaures Ammoniak, eine ölige Substanz und zuletzt eine geringe Menge Phosphor, welcher durch Reduction des phosphorsauren Ammoniaksalzes mittelst der ausgeschiedenen Kohle frei wird. Durch Zusatz von Bleioxyd wusste Marggraff diese Phosphormenge sehr zu vermehren, was sehr wichtig war, da früher der Harn die einzige Substanz war, aus der man diesen Stoff darzustellen wusste.

Die Bestandtheile des Harns sind sehr zahlreich. Seine grösste Menge wird durch Wasser gebildet, und die übrigen Stoffe sind in sehr ungleicher Menge darin enthalten. Ich will zuerst einige Analysen von normalem Harn hier anführen, und dann die einzelnen Stoffe folgen lassen.

	Berzelius.		Lehmann.		Marchand.	
Wasser	933,10	934,002	937,682	932,019	933,199	938,856
Harnstoff	30,10	32,914	31,450	32,909	32,675	30,321
Freie Milchsäure	17,14 (und in Wasser löslich)	1,551	1,496	1,513	1,521	1,362
Fleischextract, in Alk. löslich		9,871	10,059	10,872	10,513	10,032
Extractivstoff, in Wasser löslich		0,591	0,621	0,632	0,638	0,521
Harnsäure	1,00	1,073	1,021	1,098	1,065	1,001
Harnblasenschleim	0,32	0,101	0,112	0,110	0,283	0,201
Schwefels. Kali	3,71	7,289	7,314	7,321	3,587	3,201
Schwefels. Natron	3,16				3,213	3,011
Phosphors. Natron	2,94	3,666	3,765	3,989	3,056	2,998
Saures phosphors. Ammoniak	1,65				1,552	1,231
Chlornatrium	4,45	3,602	3,646	3,712	4,218	4,001
Chlorammonium	1,50				1,652	1,231
Phosphors. Kalkerde u. Magnesia	1,00	1,187	1,132	1,108	1,210	1,001
Kieselsäure	0,03					
Milchsaure Salze		1,066	1,897	1,732	1,618	1,032
	1000,00	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000

Der Farbstoff des Harns ist hierbei den Extractivstoffen beigezählt worden.

Diese Analysen, von verschiedenen Chemikern angestellt, zu verschiedenen Zeiten ausgeführt, und mit Harn von ganz verschiedenen Individuen unternommen, haben, wie man sieht, zu sehr übereinstimmenden Resultaten geführt, welche meist nur in der Menge des im Harn enthaltenen Wassers eine Verschiedenheit zeigen. Desto grössere Abweichungen finden wir in der Zusammensetzung des krankhaften Harns.

Die Wassermenge des Harns ist gewöhnlich 93 $\frac{0}{0}$; oft ist sie grösser, und dann sinkt sein specifisches Gewicht, oft vermindert sie sich, und dann steigt es zuweilen auf die oben angegebene Zahlen.

Der wichtigste Stoff im Harn, wenigstens der des Menschen, ist der Harnstoff. Fourcroy und Vauquelin, welche nach Cruickshank die erste ausführliche Untersuchung über denselben anstellte, haben die Chemiker mit den vorzüglichsten Eigenschaften desselben bekannt gemacht. Sie nannten ihn Urée, Urea. Im Jahr 1828 entdeckte Wöhler den künstlichen Harnstoff (p. 43.), eine Entdeckung, welche zu den glänzendsten der neuern Chemie gezählt zu werden verdient.

Der Harnstoff ist im Urin zum Theil im freien Zustande enthalten, zum Theil gebunden an Milchsäure, (?) aber durchaus nicht völlig mit dieser vereinigt, wie Cap und Henry behaupten.

Noch unrichtiger ist die Annahme von Morin, welcher darzuthun suchte, der Harnstoff sei im frischen Urin gar nicht enthalten, sondern entstehe erst durch Einwirkung der von ihm im Harne angenommenen, aber wirklich nicht darin existirenden Salpetersäure, auf einen von ihm hypothetisch angenommenen Radikalstoff, das Uril, welches im Harne mit Chlor verbunden sein soll.

Der Harnstoff wird aus dem Harne abgeschieden, indem man diesen bei 50° — 70° im Wasserbade bis zur Syrupsdicke eindampft, und den Rückstand mit Alkohol auszieht. Dieser wird im Wasserbade abgedampft, der Rückstand in Wasser gelöst, mit gereinigter Thierkohle aufgekocht und schnell filtrirt. Zu der Flüssigkeit setzt man eine kochend-

heisse Auflösung von Oxalsäure, wobei sich, namentlich beim Erkalten, ein Niederschlag von oxalsaurem Harnstoff bildet, welcher umkrystallisirt in schneeweissen Krystallen erhalten werden kann. Durch Kochen mit kohlensaurem Kalk oder kohlensaurem Baryt kann man die oxalsaure Verbindung zerlegen, und den freigewordenen Harnstoff durch Krystallisation der abfiltrirten Flüssigkeit gewinnen. Durch Auflösen in kochendem, absolutem Alkohol kann man ihn vollkommen rein erhalten.

Der Harnstoff stellt dann völlig farblose und geruchlose Krystalle dar, welche einen kühlenden, dem Salpeter sehr ähnlichen Geschmack besitzen, an trockner Luft sich nicht verändern, an feuchter jedoch zerfliessen. Ihr spc. Gew. beträgt 1,35. Alkohol von 0,816 löst bei 13° C $\frac{1}{5}$ seines Gewichts, im Kochen gleiche Theile davon auf, Aether und ätherische Oele indessen nur Spuren. Bei 120° C schmelzen die Krystalle, bei höherer Temperatur zerlegen sie sich in Ammoniak und eine eigenthümliche Säure, die Cyanursäure, welche sich durch weiteres Erhitzen in wasserhaltige Cyansäure umwandelt, die überdestillirt, sich mit dem Ammoniak vereinigt, und von Neuem wieder Harnstoff bildet, jedoch viel weniger als bei der Zersetzung angewendet worden war. Es ist unrichtig, wenn man annimmt, der Harnstoff könne sich unzersetzt verflüchtigen.

Die Zusammensetzung des Harnstoffs, wie sie durch mehrere Chemiker gefunden worden ist, und wie ich sie nach der Revision der Atomgewichte gleichfalls erhielt, wird durch die chemische Formel $C_2\ H_8\ N_4\ O_2$ ausgedrückt.

Diese giebt bei der procentischen Berechnung folgende Zahlen:

C_2	150	=	20,00
H_8	50	=	6,66
N_4	350	=	46,67
O_2	200	=	26,67
	750		100,00.

Der Harnstoff, obwohl er völlig ohne Reaction auf die gegen Alkalien empfindlichen Pflanzenfarben ist, besitzt doch

die chemischen Eigenschaften der Basen; er verbindet sich nämlich mit den Säuren zu Salzen, ganz wie das Ammoniak. Mit den Sauerstoffsäuren liefert er krystallisirbare Salze, von denen das mit Salpetersäure und Oxalsäure so schwer auflöslich ist, dass man diese Säuren zur Erkennung und Abscheidung des Harnstoffes zu benutzen pflegt. Die Zusammensetzung dieser Salze ist $C_2\,H_8\,N_4\,O_2 + N_2\,O_5 + H_2\,O$ und $C_2\,H_8\,N_4\,O_2 + C_2\,O_3 + H_2\,O$. Auch mit Wasserstoffsäuren vereinigt sich der Harnstoff und bildet mit der Chlorwasserstoffsäure z. B. die Verbindung $C_2\,H_8\,N_4\,O_2 + Cl_2\,H_2$. Der Harnstoff befolgt also bei seinen Verbindungen mit Säuren ganz die Erscheinungen, welche das Ammoniak darbietet. Dieses giebt mit Salpetersäure die Verbindung $N_2\,H_6 + H_2\,O + N_2\,O_5$. Es nimmt 1 Atom Wasser auf, während es sich mit der Chlorwasserstoffsäure unmittelbar zu Salmiak vereinigt $N_2H_6 + Cl_2H_2$.

Es führen uns eine Anzahl von Erscheinungen darauf hin, in dem Harnstoff selbst die Elemente des Ammoniaks zu diesem Körper verbunden anzunehmen, und uns denselben vorzustellen als Verbindung von $N_2\,H_6 + C_2\,H_2\,N_2\,O_2$. In dieser letzten Vereinigung haben wir die Elemente der Cyansäure und des Wassers $C_2\,N_2\,O + H_2\,O$. Wir können nämlich durch Sieden der wässerigen Auflösung des cyansauren Ammoniaks dieses Salz vollständig in Harnstoff umwandeln, und auf diese Weise, nach W ö h l e r s Entdeckung, den sogenannten künstlichen Harnstoff erhalten. Dabei wird weder Wasser aufgenommen, noch ausgeschieden, die Anzahl der Elemente in beiden Verbindungen ist dieselbe, nur sind sie auf eine andere Weise gegeneinander gruppirt. Es ist ein Fall der vollständigsten Isomerie (p. 44). Durch die Neutralisation des Ammoniaks durch die Cyansäure (der Verbindung eines organischen Radikals $C_2\,N_2$ mit Sauerstoff), ist das Ammoniak natürlich seiner Fähigkeit beraubt worden, sich mit Säuren zu verbinden. Durch die Umsetzung hat es diese Fähigkeit von Neuem erlangt, und bildet nun eine ammoniakhaltende Basis, welche zwar schon einen andern Körper enthält, aber ohne durch diesen im Geringsten in seiner Sättigungsfähigkeit beschränkt zu werden. Wir kennen in der organischen Chemie

mehrere Beispiele dieser Art, welche namentlich diese Erscheinung bei dem Harnstoff erläutern. Das Anilin, eine Verbindung, welche man durch Destillation des Indigos, und besonders mit Zusatz von Kali erhält, besteht nach Fritsche im freien Zustande aus $C_{12}H_{14}N_2 + H_2O$, und verbindet sich mit den Sauerstoffsäuren zu Salzen, welche alle diese Elemente enthalten, mit den Wasserstoffsäuren hingegen, unter Abscheidung eines Atoms Wasser; also haben wir z. *B.* $C_{12}H_{14}N_2 + N_2O_5 + H_2O$ und $C_{12}H_{14}N_2 + Cl_2H_2$. Wir sehen hierin die bei dem Harnstoff vorkommenden Erscheinungen sich wiederholen. Die organischen Basen (das Chinin, Cinchonin, Morphin, Coniin u. s. w.) befolgen wenigstens zum Theil diesen Vorgang. Wir haben hier Beispiele, wie das Ammoniak seine Eigenschaften trotz seiner scheinbaren Gebundenheit beibehält, das heisst, seine Fähigkeit sich mit Säuren zu verbinden, und selbst seine Sättigungscapacität noch zeigt.

Wenn diese angeführten Eigenschaften des Harnstoffes denselben als einen für den Chemiker höchst wichtigen bezeichnen, so muss er auch für den Arzt von grossem Interesse sein, da er eine Verbindung darstellt, durch welche eine grosse Menge Stickstoff, ja fast aller Stickstoff, der aus dem Organismus fortgeschafft werden soll, ausgeschieden wird. Wir haben hauptsächlich zwei grosse Organe, durch welche überhaupt die durch den Lebensprocess verbrauchten Stoffe entfernt werden: die Lungen und die Nieren. Durch jene entweicht beim Athmen der Kohlenstoff, durch diese der Stickstoff. In beiden wird noch Wasser, und dies besonders in den Nieren, ausgesondert. Wo diese Functionen der Nieren nicht mehr thätig sein können, übernimmt entweder die Haut ganz die Nierenfunctionen, oder doch zum Theil, und in den profus abgesonderten Schweissen finden sich die Bestandtheile des Harns. In andern Fällen wird die Nierenflüssigkeit durch seröse Häute ausgeschwitzt, wie es bei Wassersuchten vorkommt, und in diesen hydropischen Feuchtigkeiten finden wir daher nicht selten Harnstoff. (Marchand. Barruël.)

Es wirft sich uns jetzt die Frage auf, welche schon früher

(p. 61) angedeutet worden ist, an welchen Orten der Harnstoff, so wie die übrigen Secretionsprodukte gebildet werden? Der Einfachheit wegen wollen wir dies für den Harnstoff zuerst allein zu entscheiden versuchen.

Einige Physiologen sind der Ansicht, die Bildung des Harnstoffes finde in den Nieren Statt, während Andere diese Organe nur als Ausscheidungsorgane betrachten, gewissermaasen als Filtrirapparate, in denen beim Durchgange des Blutes gewisse Stoffe zurückgehalten werden, mit vielem Wasser sich ansammeln, in die Harnblase abfliessen, während das mechanisch gereinigte Blut weiter fortfliesst. Diese letztere Ansicht muss man für die richtige erklären, denn sie stimmt mit allen Erfahrungen, die wir besitzen, überein, während jene durch die meisten uns bekannten Erscheinungen angefochten wird. Chevreul, auf jedem Gebiete der Chemie erfahren, suchte gleichfalls unsere Meinung zu beweisen, doch waren es besonders Dumas und Prévost, welche durch ihre Untersuchungen einen directen Beweis zu führen suchten. Dieser bestand in der Exstirpation der Nieren, also des Organs, durch welches der Harnstoff gebildet werden sollte, nach der entgegengesetzten Ansicht. Ausgeschieden als Harn konnte derselbe freilich nicht werden, aber nichtsdestoweniger wurde er gebildet, musste jedoch dort bleiben, oder sich wenigstens in abnormer Menge ansammeln, wo er sich bildete, und dies geschah in dem Blute. In diesem, in welchem man sonst keinen Harnstoff nachzuweisen vermochte, fanden sie in grosser Menge denselben. Einen gleichen Erfolg hatten die ähnlichen Versuche, welche durch Gmelin, Tiedemann und Mitscherlich, und zuletzt von mir angestellt worden sind.

In meinen Versuchen wurden die Nieren nicht exstirpirt, da durch diese Operation nur das Leiden des Thieres sehr erhöht und es selbst sehr geschwächt wird, sondern sie wurder durch eine feste Ligatur mortificirt, wie es bei den Untersuchungen von Peipers und J. Müller geschehen war.

Diese Versuche entscheiden jedoch nicht, ob vielleicht nur in den Fällen, wo die Nieren mangeln, die Bildung des Harnstoffes hier im Blute stattfände, obwohl dies eine fast

absurde Idee ist, aber dennoch als Zuflucht von mehreren Gelehrten aufgestellt worden ist. Der directe Beweis dagegen bleibt fast nur die Auffindung des Harnstoffes im Blute selbst. Diese ist nun zwar ausgeführt, aber die Entdeckung darin kann ich nach meinen eigenen Versuchen, obwohl sie ziemlich deutlich waren, doch nicht als eine völlig bewiesene betrachten, denn selbst aus 20 Pfund Blutserum von Kühen konnte nur eine Spur des Stoffes gewonnen werden, obwohl der Harnstoff im Kuhharn in grösserer Menge erscheint, als im Menschenharn, und daher auch im Kuhblute in grösserer Menge vorhanden sein muss.

Einer sehr einfachen Berechnung zufolge kann man aber auch nicht erwarten, im Blute Harnstoff zu finden, wenn ihm nicht der Ausweg durch die Nieren verschlossen wird, so dass er sich ansammeln muss. Da er ausgeschieden wird, so müssen wir ihn natürlich als einen, dem Organismus fremden Stoff betrachten, und wir wissen, wie schnell das Blut die ihm fremdartigen Stoffe zu entfernen sucht. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man einem lebenden Thiere z. B. Cyaneisenkaliumlösung in die Arterien oder Venen einspritzt; sogleich erscheint dieser Stoff im Harn, und nach kurzer Zeit ist das Blut frei von demselben. Ebenso sucht das Blut sich auch von dem Harnstoffe zu befreien, und wenn nicht fortwährend derselbe in der Circulation wieder erzeugt würde, so würde auch sehr bald aller Harnstoff verschwunden sein, und das Thier würde harnstofffreien Harn aussondern. Es muss aber, da es fortwährend Harnstoff aussondert, auch umgekehrt wieder fortwährend Harnstoff erzeugen, und namentlich in einer bestimmten Zeit genau soviel erzeugen, als es in dieser Zeit aussondert. Würde mehr erzeugt, so würde das Blut bald reich an Harnstoff werden, würde weniger erzeugt, so müsste die Harnstoffsecretion von Zeit zu Zeit cessiren. Beides ist nicht der Fall, und wir sehen sogar, dass die Bedingungen, welche nothwendiger Weise eine grössere Lebensthätigkeit, einen rascheren Umsatz der Gebilde, also auch eine bedeutendere Secretionsprodukte-Erzeugung hervorrufen, auch eine stärkere Harnstoffabscheidung bewirken.

Durchschnittlich wird von dem Menschen in 24 Stunden eine Quantität von $2\frac{1}{2}$—3 Loth Harnstoff ausgeleert, also auch erzeugt. Nehmen wir die letzte Zahl als Grundlage, so müssten sich also diese 3 Loth Harnstoff auf 20 Pfd. Blut vertheilen, und in jedem Pfunde würden wir in 24 Stunden $\frac{3}{20}$ Loth Harnstoff haben. Setzten wir nun voraus, die Nierensecretion ginge nur Stunde für Stunde vor sich, während sie freilich, noch ungünstiger für das Experiment, ununterbrochen fortschreitet, so würden in einem Pfunde Blut, unmittelbar vor der Ausscheidung, nur $\frac{3}{410}$ Loth oder $1\frac{1}{2}$ Gran Harnstoff enthalten sein, oder der 15360ste Theil des Bluts. Diese Quantität könnte um das zehnfache, selbst um das dreissigfache vermehrt sein, ohne dass man im Stande sein würde, den Harnstoff darin zu entdecken, denn nach meinen Versuchen kann man in dem Blute nur höchstens den 400sten Theil von Harnstoff auffinden. Es kann also aus der Nichtauffindung des Harnstoffs im Blute keineswegs auf seine Nichtexistenz darin geschlossen werden; und überdies konnte ich dennoch, obwohl nur zweifelhaft, in dem Kuhblute diese Substanz nachweisen.

Die Bildung des Harnstoffes geht nun nicht von den genossenen Nahrungsmitteln aus, sondern von der Substanz des Organismus selbst, wie ich durch ein entscheidendes Experiment nachgewiesen habe.

Schon Lassaigne hatte bemerkt, dass ein Wahnsinniger, welcher lange Zeit gar nichts genossen hatte, Harn secernirte, welcher in seiner Zusammensetzung ganz mit dem der Gesunden übereinstimmte. Ich stellte die Versuche mit Hunden an, welche nur reinen Rohrzucker zur Nahrung nebst destillirtem Wasser erhielten. Nach 18—20 Tagen, während welcher Zeit der Harn der Thiere untersucht wurde, war die Quantität des darin enthaltenen Harnstoffes zwar von 3,2 % bis auf 1,8 % gesunken, dabei blieb er jedoch, und nahm nicht weiter ab. Nachdem die Thiere durch kräftige Nahrung sich wieder erholt hatten, wurde ihnen von Neuem der Zucker gereicht, ihnen sodann die Nieren unterbunden, und das Blut nach zehn Tagen untersucht. Es fand sich in demselben eine grosse Menge Harnstoff. Gewöhnlich werden die Thiere, welche Zucker

zur Nahrung erhalten, von verschiedenen Krankheiten befallen, z. B. von Geschwüren auf der Cornea (Magendie), indessen fand ich, dass dies nicht Statt finde, wenn das Thier sich hinreichende Bewegung machen kann. Der Zucker ist eine völlig stickstofffreie Substanz, der Harnstoff enthält 40 % Stickstoff, so dass hier die Unmöglichkeit erwiesen ist, dass der Harnstoff aus den Nahrungsmitteln herrühre. Er erscheint gebildet durch die Substanz des Organismus. (Vergl. den Abschnitt: Ernährung.)

Ein anderer höchst wichtiger Bestandtheil des Harnes ist die Harnsäure, welche Scheele als einen Hauptbestandtheil der Harnsteine erkannte, und aus diesem Grunde auch Blasensteinsäure nannte. Diese Verbindung, welche zu den merkwürdigsten der organischen Chemie gehört, zeichnet sich durch ihre weite Verbreitung aus.

Im Harn des Menschen nur zu $\frac{1}{10}$ Procent auftretend, finden wir sie in ausserordentlicher Menge in den Excrementen der fleischfressenden Vögel, der Schlangen u. s. w. Wir sehen sie selbst bei den niedern Thieren oft erscheinen, und die Leichtigkeit, mit welcher man jede Spur von ihr nachzuweisen vermag, hat gestattet, sie in den Excrementen der Insekten aufzufinden. Um diese Verbindung rein darzustellen, kann man sich ihrer Eigenschaft bedienen, sich unverändert in heisser, concentrirter Schwefelsäure aufzulösen. Das Ammoniak, das Natron u. s. w., womit die Harnsäure gewöhnlich verbunden auftritt, wird von der Schwefelsäure aufgenommen, die thierische Substanz dabei zerstört; fügt man zu der erkalteten Auflösung Wasser hinzu, so fällt die Harnsäure rein, als weisses Pulver nieder (Fritsche).

Die Zusammensetzung der Harnsäure ist durch verschiedene Chemiker übereinstimmend festgestellt worden auf: $C_5 H_4 N_4 O_3$ Die procentische Zusammensetzung ist darnach:

C_5	375	35,72
H_4	25	2,38
N_4	350	33,33
O_3	300	28,57
	1050	100,00.

Sehr bemerkenswerth ist die grosse Menge Stickstoff, welche $\frac{1}{3}$ der ganzen Masse beträgt. Die Zusammensetzung der Harnsäure lässt sich mit vieler Wahrscheinlichkeit auf ein ternäres, zusammengesetztes, organisches Radikal zurückführen, welches aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff besteht, und mit 3 At. Sauerstoff verbunden ist. (Vergl. p. 50). Darnach würde die Formel der Harnsäure $C_5\ H_4\ N_4 + O_3$ sein. Vor den andern Ansichten, welche man über die Constitution dieser Säure hat, scheint diese den Vorzug zu verdienen, namentlich da wir eine Verbindung kennen, welche dieselbe Zusammensetzung besitzt, nur dass sie ein Atom Sauerstoff weniger enthält, eine Verbindung, deren Erzeugung gleichfalls in dem uropoëtischen Systeme Statt findet. Es ist dies das von Wollaston als seltner Bestandtheil der Harnsteine aufgefundene sogenannte Xanthic-Oxyd, welches aus $C_5\ H_4\ N_4 + O_2$ zusammengesetzt ist, und desshalb wohl auch mit Recht harnige Säure genannt wird.

Ehe ich zu der physiologischen Wichtigkeit der Harnsäure übergehe, will ich ihre hauptsächlichsten Zersetzungsprodukte anführen.

Die Metamorphosen, welche die Harnsäure unter dem Einflusse verschiedener Reagentien erleidet, sind äusserst mannigfaltig und für die theoretische Chemie von grosser Wichtigkeit. Durch die Untersuchungen, welche von Liebig und Wöhler über diesen Gegenstand ausgeführt worden sind, hat sich der Wissenschaft ein neues Feld eröffnet, und es sind Erscheinungen aufgefunden worden, welche von um so grösserer Bedeutung sind, da sie einen Zusammenhang in chemisch-physiologische Beobachtungen bringen, welche früher durchaus vereinzelt dastanden.

Zu der kräftigsten chemischsn Reaction gehört die Einwirkung oxydirender Verbindungen, welche um so energischer die Zusammensetzung der organischen Stoffe zu verändern pflegen, je leichter sie selbst ihren Sauerstoff abgeben können, oder je leichter sie selbst zersetzt werden. Diese grössere und geringere Leichtigkeit erklärt es uns, woher es kommt, dass zwei verschiedene Substanzen, wenn sie beide durch Oxydation wirken, beide dennoch ganz verschiedene Produkte

zu liefern im Stande sind; zuweilen jedoch auch dieselbe neue Verbindung erzeugen. Ein Beispiel wird dies deutlich machen. Das Indigblau besteht aus $C_{16} H_{10} N_2 O_2$ Wird dasselbe mit Chromsäure gekocht, so verliert diese einen Theil ihres Sauerstoffes, geht selbst in Chromoxyd über, und oxydirt den Indig zu dem Isatin $= C_{16} H_{10} N_2 O_4$ Dieselbe Reaction geht vor sich, wenn man das Indigblau mit sehr verdünnter Salpetersäure erhitzt. Durch die Chromsäure kann man nicht mehr das Isatin höher oxydiren. Wendet man jedoch statt der verdünnten Salpetersäure concentrirtere, und namentlich statt der niedrigen Temperatur (60—70° C), Siedehitze an, so verwandelt sich das Indigblau vollständig; es wird eine neue Säure gebildet, welche aus $C_{14} H_{10} N_2 O_{10}$ besteht, daher namentlich durch eine Oxydation des Kohlenstoffes (C_2) entstanden ist, deren Produkt ausgeschieden ist, während die zurückbleibende Verbindung scheinbar nur Sauerstoff aufgenommen hat.

Kocht man diese Verbindung, oder das Indigblau selbst mit stärkerer Salpetersäure, so geht die Einwirkung noch weiter, indem eine neue Säure erzeugt wird, die Pikrinsalpetersäure, welche aus $C_{12} H_4 N_6 O_{13}$ besteht. Hierbei sind jedoch während der Reaction auch die Elemente der Salpetersäure in die Verbindung mit eingegangen, wie es auch schon bei der Indigsäure der Fall gewesen ist, so dass die Umwandlung des Indigblaus eigentlich darin bestand, dass zuerst die Verbindung einfach oxydirt wurde, sodann eine Oxydation der Elemente mit Ausscheidung der Produkte Statt fand; während Salpetersäure hinzutrat. Die organische Verbindung wird umgewandelt in $C_{14} H_{10} O_5$, mit dieser vereinigt sich die Salpetersäure $N_2 O_5$ (Indigsäure); diese weiter oxydirt, verwandelt sich unter Kohlensäure- und Wasser-Entwicklung in einen Kohlenwasserstoff $C_{12} H_8$, welcher sich mit 3 At. Salpetersäure unter Ausscheidung von 2 At. Wasser verbindet. $C_{12} H_8 + N_6 O_{15} - 2 H_2 O = C_{12} H_4 N_6 O_{13}$ (Pikrinsalpetersäure). Eine so weite Veränderung kann die Chromsäure nicht hervorbringen, abgesehen von dem Eintreten der Elemente der Salpetersäure in die neue Verbindung selbst.

Dieselben Erscheinungen haben wir bei der Harnsäure. Das eine Mittel, sie zu oxydiren, und das kräftigste, ist die Salpetersäure, ein zweites, nicht so energisch wirkendes, die höchste Oxydationsstufe des Bleies, das braune Bleisuperoxyd, welches aus Pb O_2 besteht. Dieses verliert ziemlich leicht die Hälfte seines Sauerstoffs, und wandelt sich dabei in Bleioxyd Pb O um. Diese Reaction findet Statt, wie bei allen Superoxyden, wenn es mit einer Säure in Berührung gebracht wird, da die Superoxyde sich nicht unmittelbar mit den Säuren verbinden können. Erst nachdem sie in Oxyde zurückgeführt sind, haben sie diese Fähigkeit. Wenn Braunstein (Mangansuperoxyd Mn O_2) mit Schwefelsäure übergossen wird, so verbinden sich beide Körper nur unter Sauerstoffentwicklung, wodurch erst Manganoxydul gebildet wird; Mn O. Ist die Säure noch nicht vorhanden, mit welchem sich das Oxyd verbinden könnte, so geschieht es zuweilen, dass das Superoxyd die Erzeugung dieser Säure veranlasst, und dadurch seines Sauerstoffs beraubt wird.

Kocht man die Harnsäure mit Wasser und braunem Bleisuperoxyd, so verschwindet die Farbe desselben, und es bildet sich eine grosse Menge Oxalsäure, welche sich mit dem erzeugten Bleioxyd zu einem unlöslichen Körper verbindet, Harnstoff und eine neue Verbindung, das Allantoïn.

Diese Reaction, welche sehr merkwürdig ist, bringt mehrere Stoffe in eine nahe Beziehung zu einander, welche man früher nur der Art ihrer Entstehung nach als einander verwandt betrachten konnte. Der Prozess, welcher hierbei vorgeht, kann auf folgende Art verdeutlicht werden:

4 At. Harnsäure	C_{20}	H_{16}	N_{16}	O_{12}
6 At. Wasser		H_{12}		O_6
4 At. Sauerstoff aus 4 Pb O_2				O_4
	C_{20}	H_{28}	N_{16}	O_{22}

Diese geben:

2 At. Harnstoff	C_4	H_{16}	N_8	O_4
1 At. Allantoïn	C_8	H_{12}	N_8	O_6
4 At. Oxalsäure	C_8			O_{12}
	C_{20}	H_{28}	N_{16}	O_{22}

Die erzeugten 4 At. Oxalsäure vereinigen sich mit 4 At. Bleioxyd, welche, um aus 4 At. Bleisuperoxyd gebildet werden zu können, 4 At. Sauerstoff verlieren mussten, welche jetzt die Reaction eingeleitet haben.

Das Allantoïn ist eine Verbindung, welche sich unter gewissen Umständen in dem thierischen Organismus erzeugt, und sich besonders in der Allantoïs-Flüssigkeit der Kühe befindet, in welcher es von Vauquelin und Buniva entdeckt wurde, die es zuerst Amniossäure nannten, welcher Name später in Allantoïnsäure umgeändert wurde. Die Substanz hat aber gar keine, oder höchst schwach saure Eigenschaft, daher es Liebig und Wöhler Allantoïn nannten. Die Allantoïsflüssigkeit ist der Harn des Foetus, welcher jedoch nicht die Bestandtheile enthält, wie der Harn der erwachsenen Thiere. Bei dem Menschen fehlt die Allantoïs, also auch die darunter befindliche Flüssigkeit. Bei der Kuh ist sie braungelb, salzig bitter schmeckend, und das Lackmuspapier röthend. Ihr spec. Gew. schwankt sehr, und wird zwischen 1,003 und 1,0295 angegeben. Beim Abdampfen erscheinen Flocken, welche aus Eiweiss bestehen, das sich mit phosphorsaurer Kalkerde und Magnesia verbunden niederschlägt. Beim ferneren Abdampfen erscheint das Allantoïn in weissperlmutterglänzenden Krystallen, welche hart, glänzend, geruch- und geschmacklos sind, und keine Einwirkung auf das Lackmuspapier zeigen. In der Auflösung bleiben noch schwefelsaures und phosphorsaures Natron, phosphorsaure Magnesia und Kalkerde, und thierische Extractivstoffe nebst milchsauren Salzen, und wahrscheinlich freier Milchsäure.

Vauquelin und Buniva glaubten das Allantoïn in der Amniosflüssigkeit, dem Fruchtwasser, gefunden zu haben, jedoch war die Substanz, welche sie untersuchten, offenbar ein Gemenge beider Flüssigkeiten. Diese Amniosflüssigkeit ist durchaus frei von Allantoïn, da dieser Stoff nur ein Excretionsprodukt ist; hingegen enthält nach Prout's Untersuchung das Fruchtwasser folgende Substanzen:

Wasser	97,70
Albumin	0,26
Alkoholextract und milchsaure Salze	1,66
Wasserextract, Salze und Milchzucker	0,38
	100,00

Die Gegenwart des Milchzuckers, der sonst nur in der Milch auftritt, ist sehr merkwürdig, und lässt es als wahrscheinlich erscheinen, dass das Fruchtwasser gewissermaassen als Nahrungsmittel des Foetus benutzt werde.

Das Allantoïn besteht aus $C_8 H_{12} N_8 O_6$, oder der procentischen Zusammensetzung nach aus:

C_8	600	30,38
H_{12}	75	3,80
N_8	700	35,44
O_6	600	30,38
	1975	100,00.

Mit grosser Leichtigkeit geht das Allantoïn in andere Verbindungen über. Anhaltendes Kochen der Auflösung mit einem geringen Säurezusatz, oder besser noch bei einer Temperatur von 120° unter höherem Drucke bildet diese neuen Produkte. Durch Kochen mit stärkeren Säuren und mit Alkalien wird Oxalsäure und Ammoniak gebildet. Es scheint, als ob unter gewissen Umständen die Harnsäure schon in dem thierischen Organismus diese Umwandlung in Harnstoff, Allantoïn und Oxalsäure, und vielleicht das Allantoïn selbst schon wieder in Ammoniak und Oxalsäure erleiden könnte. Wir sehen die Oxalsäure zuweilen in dem Harn erscheinen, und dort die Bildung von Harnsteinen veranlassen, welche unmöglich durch äusserlich zugeführte Oxalsäure gebildet werden können. Wird das Allantoïn mit Salpetersäure oder Chlorwasserstoffsäure gekocht, so bildet sich Harnstoff und eine neue Säure, welche aus $C_{10} H_{14} N_8 O_9$ besteht (Pelouze).

Man sieht aus diesen mannigfachen Zersetzungserscheinungen, dass das Allantoïn ein wenig constanter und stabiler Körper ist, daher auch gewiss schon während seiner Bildung im Organismus wieder Umwandlungen und Zerlegungen erleidet, und hierdurch zu einer sehr selten auftretenden Verbin-

dung wird. In dem Foetus, wo der Excretionsprocess ein sehr untergeordneter ist, wo das ganze Leben des Thieres darauf gerichtet ist, eine Vermehrung der Substanz hervorzubringen, kann auch die chemische Reaction in den Secretionsorganen bei weitem nicht so thätig sein. Die Zersetzungsprodukte bleiben auf den ersten Stufen ihrer Bildung stehen, und werden als Verbindungen ausgeschieden, welche, in einen energischen chemischen Process geführt, hier weiter zerlegt werden.

Die Umwandlung der Harnsäure durch das Bleisuperoxyd ist eine höchst einfache Erscheinung im Vergleich mit den Metamorphosen, welche sie durch Salpetersäure erleidet. Dazu kommt, dass die daraus entstehenden Produkte selbst wieder zahlloser Umwandlungen fähig sind, und auf diese Weise die Menge der aus der Harnsäure möglichen Verbindungen ungemein gross wird. Diese Verbindungen haben jedoch mehr für die theoretische Chemie ein specielles Interesse wie für die physiologische. Wenn man auch im Stande ist, die hierbei gebildeten Verbindungen mit andern, an ganz andern Orten auftretenden ihrer Zusammensetzung nach numerisch in Uebereinstimmung oder wenigstens in gewisse Relationen zu bringen, so darf man sich dadurch nicht verleiten lassen, auch schon deshalb einen wirklichen Zusammenhang anzunehmen.

Die Einwirkung der Salpetersäure auf die Harnsäure ist schon vor längerer Zeit durch Brugnatelli, Prout und A. untersucht worden, jedoch sind die Angaben ihrer Versuche zum Theil nicht so genau, dass die Wiederholung derselben stets geglückt wäre. Liebig und Wöhler, welche diese Untersuchung wieder aufnahmen und mit seltener Ausdauer und vielem Scharfsinn durchführten, zeigten, dass die Abweichungen in den erhaltenen Resultaten hauptsächlich in der Stärke der angewandten Salpetersäure und der Temperatur zu suchen sei. Brugnatelli hatte eine eigenthümliche neue Säure erhalten, welche er erytherische Säure nannte, deren Wiedererhaltung fast niemals gelingen wollte; es ist diese Verbindung dieselbe, welche Liebig und Wöhler unter dem

Namen des Alloxans beschrieben haben, und welche aus $C_8 H_8 N_4 O_{10}$ besteht.

Auf ähnliche Weise, nämlich durch Auflösen der Harnsäure in sehr verdünnter Salpetersäure und Hinzufügen von verdünntem Ammoniak hatte Prout einen grüngefärbten Niederschlag erhalten, welcher durch seinen prachtvollen Anblick sich von den meisten ähnlichen chemischen Verbindungen auszeichnet. Der Glanz des krystallinisch pulverigen Niederschlags ist grüngoldig, ganz wie die Flügeldecke der Canthariden, im durchscheinenden Lichte ist er granatroth, sein Pulver wird braunroth, aber unter dem Polirstahl goldglänzend. Die wässrige Auflösung ist tief purpurroth, und schon jeder in die salpetersaure Flüssigkeit fallende Tropfen Ammoniak bringt eine tiefrothe Färbung hervor. In Alkohol und Aether unlöslich, wird die Verbindung durch Kalilauge mit indigblauer Farbe aufgelöst. Prout glaubte hierin ein Ammoniaksalz einer Säure zu erkennen, welcher er den Namen Purpursäure beilegte. Vauquelin, welcher diese Meinung bestätigte, übersah, nach der Meinung einiger Chemiker, ebenso wie Prout, den Umstand, dass zwar die Elemente des Ammoniaks in der Verbindung enthalten seien, nicht aber das Ammoniak als solches, Erscheinungen, von denen oben schon eine ähnliche angeführt worden ist. Erst Liebig und Wöhler glaubten diesen Umstand zu erkennen, und legten daher diesem Körper den Namen Murexid bei, von murex, die Purpurschnecke. Indessen scheint nach Fritsche's Untersuchung Prout's Ansicht eine richtige gewesen zu sein, und der Körper in der That aus einer Säure und Ammoniak zu bestehen, denn Fritsche fand ihn zusammengesetzt aus $C_{16} H_{16} N_{12} O_{11}$ oder $N_2 H_8 O + C_{16} H_8 N_{10} O_{10}$, in welchem Falle der letzte Theil der Formel die Zusammensetzung der Purpursäure darstellt, die nun selbst wieder auf andere Basen, Kali, Baryt, Silberoxyd u. s. w. übertragen werden kann.*)

*) Eine Einwendung gegen diese Ansicht wird davon hergenommen, dass das Silbersalz aus $Ag O + C_{16} H_{10} N_{10} O_{11}$ besteht, also 1 At. Wasser enthält, welches es nicht ohne Zersetzung verlieren kann; dieser Fall ist selten, aber durchaus nicht ohne Beispiel. Liebig und

Die Entdeckung der Purpursäure schien einige Erscheinungen aufzuklären, namentlich die Bildung des rothen Fieberharnsediments, und dieses ist bald darauf auch von vielen Personen in der That für purpursaures Ammoniak gehalten worden, jedoch mit Unrecht. Wenn man nicht leugnen kann, dass die Oxydation der Harnsäure im thierischen Organismus Statt finden kann, wie wir sie namentlich wohl bei der Bildung des Allantoïns anzunehmen haben, und wie sie wahrscheinlich so häufig und vielleicht selbst normal auftritt, da, wenigstens bei dem Menschen, ihre Menge, die ausgeschieden wird, nur gering ist, so geht sie doch so kräftig nicht vor sich, dass sie mit einer Oxydation durch Salpetersäure verglichen werden könnte. Die rothe Färbung des Fieberharns und des Harnsediments überhaupt rührt von dem eigenthümlichen Farbstoff des Harnes her, welcher in ungleicher Menge unter verschiedenen Umständen ausgeschieden wird.

Die Erkennung der Harnsäure und ihre Auffindung ist für den Chemiker wie für den Arzt von grosser Wichtigkeit. Von Jacobson ist eine Methode aufgefunden worden, welche eine jede andere entbehrlich macht. Sie besteht in der Behandlung der zu untersuchenden Substanz mit Salpetersäure und verräth die geringsten Spuren von Harnsäure. Man kann diese Methode namentlich anwenden, um sich von der Gegenwart der Harnsäure in Harnsteinen u. drgl. m. zu überzeugen. Eine sehr kleine Probe der zu untersuchenden Substanz reicht hin, um ein entscheidendes Resultat zu geben. Man benetzt die Masse, von der Grösse eines Stecknadelknopfs und kleiner, auf einem Platinblech oder einem Uhrglase mit einigen Tropfen reiner Salpetersäure, und dampft bei sehr gelinder Hitze die Flüssigkeit ein Unter lebhaftem Aufbrausen löst sich die Harnsäure auf, und hinterlässt beim Eintrocknen einen gelben Fleck, welcher am Rande röthlich zu werden beginnt. Die Einwirkung der Hitze darf jetzt nur ganz gelinde sein, dann wird der ganze Fleck sehr schön roth. Ist die Menge

Wöhler geben für das Murexid die Formel: $C_{12} H_{12} N_{10} O_8$, die sich in der procentischen Zusammensetzung durch $2 \frac{0}{0}$ N, welche sie mehr giebt, von der Fritsche'schen unterscheidet.

der Harnsäure sehr gering, so tritt die rothe Farbe nicht deutich, oder auch gar nicht hervor; dann hält man den noch etwas feuchten Fleck über ein Gefäss, in welchem sich kaustisches Ammoniak befindet. Die Dämpfe desselben bringen augenblicklich eine schöne rothe Färbung hervor. Diese Reaction kann selbst unter dem Mikroscop mit gutem Erfolg angestellt werden.

In dem Harn der grasfressenden Thiere finden wir neben dem Harnstoff und den übrigen gewöhnlichen Bestandtheilen des Harns eine eigenthümliche Säure, welche die Gegenwart der Harnsäure in demselben auszuschliessen, oder wenigstens sehr zu vermindern scheint. Eine kleine Menge Harnsäure ist auch in dem Urin des Rindviehs enthalten, dagegen finden wir sehr bedeutende Quantitäten der andern Säure, welche den Namen Urinsäure, Pferdeharnsäure oder Hippursäure führt. Die äussere Aehnlichkeit dieser Säure mit der Benzoësäure verleitete die frühern Chemiker, beide Substanzen mit einander zu verwechseln, obwohl sie in Eigenschaften und Zusammensetzung hinreichend von einander abweichen, um sogleich unterschieden werden zu können.

Die Zusammensetzung der krystallisirten Benzoësäure ist $C_{14} H_{10} O_3 + H_2 O$ oder procentisch berechnet:

C	68,86
H	4,91
O	26,23
	100,00.

Liebig fand vor längerer Zeit, dass die aus dem Pferdeharn dargestellte vermeintliche Benzoësäure stickstoffhaltig sei, und eine völlig andere Zusammensetzung besitze, wie die gewöhnliche Benzoësäure. Sie wurde daher als eine eigenthümliche Säure bezeichnet. Die Hippursäure besteht aus $C_{18} H_{18} N_2 O_5 + H_2 O$ oder aus:

C_{18}	1350,0	60,34
H_{18}	112,5	5,03
N_2	175,0	7,82
O_6	600,0	26,81
	2237,5	100,00.

Ihre charakteristischen Merkmale sind die, dass sie beim Schmelzen roth wird, sich unter starkem Aufblähen zersetzt, eine reichliche Sublimation von benzoësaurem Ammoniak liefert, zu gleicher Zeit viel Bittermandelöl erzeugt und endlich eine schwammige Kohle hinterlässt, welche, stärker erhitzt, noch Blausäure und Ammoniak nacheinander liefert.

Die Benzoësäure zeigt diese Erscheinungen alle nicht; sie schmilzt und sublimirt unverändert. Es scheint jedoch nicht, dass alle früheren Angaben, nach denen im Pferdeharn Benzoësäure gefunden sein sollte, unrichtig seien. Erdmann fand vor mehreren Jahren nämlich, dass der Harn von denselben Pferden bald Hippursäure, bald Benzoësäure enthielte, ohne dass die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung aufzufinden war.

Die Vermuthung, dass die Fütterung der Thiere hierbei eine Rolle spiele, lag sehr nah, und schien dadurch bestästigt, dass Luxuspferde gewöhnlich Hippursäure, Ackerpferde hingegen Benzoësäure lieferten; obwohl Tags darauf von denselben Ackerpferden, bei demselben Futter, Hippursäure erhalten wurde. Liebig, welcher gleichfalls diese Beobachtung gemacht hatte, glaubte sie Anfangs in einer Zersetzung der Hippursäure während der Darstellung suchen zu müssen, eine Meinung, welche Dumas gleichfalls früher hegte; dem widersprach jedoch der Umstand, dass jedesmal bei der Darstellung genau dasselbe Verfahren angewendet worden war. Freilich kann man durch anhaltendes Kochen einer Auflösung der Hippursäure mit Chlorkalk, den man zur Entfernung des urinösen Geruchs anzuwenden pflegt, die Säure vollständig in Benzoësäure umwandeln, aber bei Anwendung einer geringen Menge Chlorkalks und einer nur kurzen Einwirkung darf man die Zerlegung nicht befürchten.

In neuer Zeit hat Liebig eine neue sehr sinnreiche Erklärungsweise aufgestellt, welcher bisjetzt durch keine bekannte Thatsache widersprochen wird. Er nimmt nämlich an, dass nicht sowohl die Nahrung, als vielmehr die Thätigkeit des Thieres die Erzeugung der Hippursäure bedinge. Durch eine erhöhte Thätigkeit wird auch der Lebensprocess gesteigert,

und damit wächst die Consumtion der Körpersubstanz, und diese muss reichlicher ersetzt werden. Die zu ersetzende Körpermasse ist stickstoffhaltig, daher wird, um sie zu reproduciren, auch eine grosse Menge Stickstoff in stickstoffhaltiger Nahrung erfordert. Der meiste, oder aller Stickstoff des Nahrungsmittels wird aufgenommen, und nur solcher im Urin ausgeschieden, welcher aus dem Organismus selbst, nicht solcher, welcher aus den Nahrungsmitteln herrührt. Der Stickstoffgehalt des Organismus wird aber, wie wir oben gesehen haben, unter allen Umständen als Harnstoff abgeschieden, eine Secretion, welche auch bei den Grasfressern Statt findet. Der Stickstoff, welcher aus der Nahrung übrig bleibt, wenn dieselbe in zu grossem Maasse genossen ist, geht in die Hippursäure über.

Für diese Ansicht spricht namentlich der erwähnte Umstand, dass bei Luxuspferden besonders die Hippursäure, bei Ackerpferden namentlich Benzoësäure gefunden wird. In beiden Fällen enthält der Harn Harnstoff; bei Ackerpferden mehr, da sie mehr arbeiten und daher auch mehr Körpersubstanz umwandeln und consumiren. Jene Luxuspferde erhalten ein zu grosses Futteräquivalent, es war daher mehr Stickstoff ihnen zugeführt worden, als zu ersetzen war. Dieser musste wiederum ausgeschieden werden, aber nicht als Harnstoff, sondern in anderer Form. Diese Ackerpferde hingegen erforderten bei grösserer Thätigkeit eine grössere Menge Nahrungsstoff, welcher dann auch völlig assimilirt wurde. Der Urin der Pferde in Veterinäranstalten enthält stets eine reichliche Menge Hippursäure; aus dem Urin der Arbeitspferde wird seit langer Zeit unmittelbar Benzoësäure dargestellt, welche sich im Handel sogleich durch ihren starken urinösen Geruch zu erkennen giebt. *)

*) Man kann auch durch Kochen der Hippursäure mit Schwefelsäure und Braunstein Benzoësäure erhalten, welche dann ganz rein ist, und keinen widrigen Geruch besitzt, welcher auch durch Kochen mit Chlorkalk fast völlig fortgenommen wird. Diese Benzoësäure hat alle Eigenschaften wie die reine, aus der Benzoë gewonnene. Ob indessen aus diesem Grunde dieselbe in der Pharmacie angewendet werden darf,

Ein Zahlenbeispiel wird diese Ansicht noch verdeutlichen. Wenn in einer gewissen Zeit von einem Pferde so viel Körpersubstanz consumirt wird, dass dieselbe 4 Pfd. Stickstoff entspricht, oder diese enthält, so wird (angenommen aller Stickstoff gehe in den Harnstoff über, was, streng genommen, nicht richtig ist) so viel Harnstoff erzeugt, dass derselbe gleichfalls 4 Pfd. Stickstoff enthalten würde; oder es würden, da das Muskelfleisch 17 $\frac{0}{0}$ Stickstoff enthält, (p. 228) 23,5 Pfd. Fleisch durch das Thier consumirt und dadurch 8,6 Pfd. Harnstoff erzeugt werden, welche 4 Pfd. Stickstoff enthalten. Um die verzehrte Körpermasse zu ersetzen, muss das Thier so viel Nahrung zu sich nehmen, dass darin ihm gleichfalls wieder 4 Pfd. Stickstoff zugeführt werden. In 100 Theilen trocknen Hafers sind 2,2 Theile Stickstoff enthalten, und müssen also 182 Pfd. Hafer verzehrt werden, um jene Stickstoffmasse wieder aufzuwiegen. Frisst das Pferd nicht mehr in der Zeit, in welcher jene Stickstoffmasse ausgesondert wird, so wird sich auch im Urin nicht Hippursäure befinden, sondern nur Harnstoff. Frisst das Pferd indessen diese 182 Pfd. Hafer in einer Zeit, in welcher es nur 3 Pfd. Stickstoff ausgeschieden hat, so wird dadurch auch nur 6,4 Pfd. Harnstoff erzeugt werden, welche 3 Pfd. Stickstoff enthalten; das vierte Pfund von dem hinzugeführten Stickstoff wird zur Bildung der Hippursäure verwendet werden, wodurch nun 12,8 Pfd. Hippursäure sich bilden. Vergl. unten den Abschnitt von den Nahrungsmitteln.

Eine Prüfung dieser Ansicht würde es sein, wenn man ein gesundes, unthätiges Pferd einige Zeit lang ganz ohne Nahrung liesse, der Harn dürfte dann nur Benzoësäure und Harnstoff enthalten, ohne eine Spur von Hippursäure zu zeigen.

Die Erzeugung der Benzoësäure im Organismus des Pflanzenfressers ist offenbar durch die eigenthümliche Nahrung bedingt, und vielleicht wird sie sogar als solche schon

muss noch näher geprüft werden, da die Wirksamkeit der Benzoësäure vielleicht zum Theil auf dem aus der Benzoë noch anhaftenden ätherischen Oele beruht, welches ihr den angenehmen Geruch ertheilt; die reine Säure besitzt gar keinen Geruch.

in den Pflanzen aufgenommen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Heu entweder selbst Benzoësäure enthält, oder doch eine Verbindung, welche im Organismus leicht in Benzoësäure überzugehen vermag. Der Geruch des Anthoxanthum odoratum ist ganz dem der schwach erhitzten Hippursäure ähnlich.

Wenn die Thiere Benzoësäure selbst zu sich nehmen, so wird diese sehr leicht in Hippursäure verwandelt; Wöhler wies diese Umwandlung bei den Hunden nach.

Aber auch der menschliche Organismus kann Hippursäure erzeugen. Im Harn kleiner Kinder ist von mehreren Chemikern Benzoësäure angegeben worden, ohne Zweifel nur in Folge einer Verwechselung mit der Hippursäure; von Lehmann wurde diese Verbindung reichlich nachgewiesen, eine Beobachtung, welche Ambrosiani wiederholte. Bouchardat fand in einigen Fällen so viel Hippursäure, dass man daraus eine eigne Krankheitsform, die Hippurie, bildete.

Welches der Ursprung der Hippursäure bei dem Menschen sei, ist unentschieden; Benzoësäure enthält unsre Nahrung nicht, und namentlich nicht die Muttermilch. Im Diabetes, wo die Neigung zu der Umwandlung der thierischen Stoffe in Zucker sehr stark ist, könnte zu gleicher Zeit die Bildung einer der Benzoësäure ähnlichen Verbindung bewirkt werden, wie sie denn auch vielleicht durch eine sehr zuckerhaltige Nahrung, wie die Milch, sehr befördert werden mag. Ob Erwachsene bei ausschliesslicher Milchnahrung gleichfalls Hippursäure erzeugen, ist nicht bekannt.

Merkwürdig ist es, dass, wenn dem menschlichen Organismus Benzoësäure dargeboten wird, diese sofort in Hippursäure umgewandelt wird. Die Versuche, welche Ure, Keller und ich angestellt haben, beweisen, dass alle Benzoësäure in Hippursäure dabei verwandelt wird. Aber nicht allein die Benzoësäure, sondern auch andere Substanzen, welche der Benzoësäure ähnlich oder verwandt sind, erleiden dieselbe Umwandlung. Erdmann und ich fanden diese Erscheinung bei der Zimmtsäure; ich beobachtete sie bei dem Genuss von Zimmtöl u. s. w. Dabei scheint der Harnstoff sich nicht zu vermindern; und andere Stoffe, welche den überschüssig genos-

senen Stickstoff wegführen, diesen an die Hippursäure abzutreten. Es fragt sich, ob säugende Menschen nach dem Genuss von Benzoësäure gleichfalls Hippursäure liefern. Der Versuch ist leicht anzustellen, und der Genuss der Benzoësäure, selbst in sehr grosser Menge, führt durchaus keine nachtheilige Folgen herbei. Ich selbst habe in einem Tage mehr als ein Loth verzehrt, ohne die geringste Unbequemlichkeit zu empfinden. Mit Zuckersyrup eingerieben, kratzt sie nicht einmal im Halse.

Es ist mehr als wahrscheinlich, dass bei der Bildung der Hippursäure im menschlichen Organismus dazu der überschüssige Stickstoffgehalt verwendet wird, welcher unbenutzt fortgeführt wird. Ebenso leicht kann aber auch eine stickstoffhaltige Substanz dadurch verzehrt werden, welche in Folge zu geringer Stickstoffausscheidung oder zu grosser Stickstoffaufnahme abgelagert ist.

Eine solche zu geringe Ausscheidung der stickstoffhaltigen Produkte zeigt sich hauptsächlich in zwei verschiedenen, aber verwandten Krankheitsformen, nämlich in der Gicht und den Blasensteinen, welche aus Harnsäure oder harnsauren Salzen bestehen. Dass auch die gichtische Concretion als den vorzüglichsten Bestandtheil Harnsäure enthalte, ist schon oben (p. 106) angegeben worden. Die Bestrebungen des Arztes, diese Stoffe aus dem Körper herauszuschaffen, müssen namentlich auf zwei Punkte gerichtet sein, nämlich auf die Vermeidung derjenigen Nahrungsmittel, welche diese Auscheidungen herbeiführen und begünstigen, und zweitens auf die wirkliche Entfernung des schon Ausgeschiedenen. Das erste wird also sein müssen, den Kranken einer zweckmässigen Diät zu unterwerfen, welche die Bildung jener Krankheitsstoffe nicht begünstigt; es müssen daher besonders alle stickstoffreichen Nahrungsmittel vermieden werden. Es genügt nicht, das sogenannte schwarze Fleisch auszuschliessen, sondern auch das weisse Fleisch, und selbst Fische dürfen nicht gestattet werden. Ebenso sind die nahrhaften Leckerbissen, wie Caviar und Austern, zu verbannen, obwohl letztere namentlich ungern vermisst und daher gewöhnlich für unschädlich erklärt wer-

den. Mulder hat die Substanz der Austern untersucht und gefunden, dass sie völlig aus Proteïn gebildet ist, daher zu Verbindungen gehört, welche der Organismus fast unmittelbar zu assimiliren vermag.

Eine Entziehung der Nahrungsmittel überhaupt, soweit sie der Kranke nur irgend ertragen kann, und Anwendung der amylumhaltigen Vegetabilien, werden gewiss die besten Dienste leisten. Auf welche Weise die bekannten specifischen Mittel wirken, z. B. Aconit, bituminöses Holz, Steinöl u. s. w., lässt sich schwieriger einsehen, als die, wenn auch mehr chemischen Mittel, wie die Cadet de Veaux'schen heissen Wasser- und die üblichen kalten Wasserkuren. Dass beide in zahllosen Fällen die traurigsten Wirkungen nach sich gezogen, zeigt, dass man sie nur mit Vorsicht anwenden darf.

Bekannt und bewährt sind die chemischen Mittel, welche man anwendet, um die Concretionen gradezu aufzulösen, z. B. kohlensaures Natron, durch welches eine Menge Mineralwässer, wie die von Vichy, wirksam sind, boraxsaures Natron, welches eine besondere Fähigkeit besitzt, die so schwer lösliche Harnsäure zu lösen, und daher auch mit Vortheil gegen Harnsteine angewendet werden kann. Dass Elektricität gleichfalls oft mit trefflichem Erfolge angewendet werden kann, zeigen eine Menge unbestreitbare Beispiele.

Eine der Gicht nicht unähnliche Krankheit ist die des Steinleidens, bei welchem sich die festen Bestandtheile des Harns zum Theil in den Nieren, zum Theil in der Blase ausscheiden, mehr oder weniger grosse Concretionen bilden, die durch Reitz Entzündung verursachen und die schmerzhaftesten Zufälle veranlassen.

Die Zusammensetzung der Steine ist oft sehr merkwürdig und verdient die Aufmerksamkeit des Arztes, indem nach ihrer chemischen Beschaffenheit nicht selten die Natur des Uebels erkannt, sondern auch namentlich das Heilverfahren eingerichtet werden kann.

Die Bedeutung der Harnsteine war den älteren Aerzten nicht entgangen, und nachdem namentlich Paracelsus ihre Aufmerksamkeit darauf gerichtet, war es besonders van Helmont,

der sie einer genauen Prüfung unterwarf. In seinem Werke de lithiasi verglich er die Harnsteine nicht ungeschickt mit dem Weinsteine, und beschrieb namentlich ihre Destillationsprodukte.

Die Untersuchungen, welche später von Hales bis zu den Jahren 1776 angestellt wurden, sind als fast nutzlos zu betrachten, obgleich wir auf bedeutende Namen stossen, wie Boerhaave, F. Hoffmann, Dessault, Marggraf u. a. In dem erwähnten Jahre erschien nämlich Scheele's Schrift über die Harnsteine, welche diese Sache auf einen neuen Standpunkt brachte. Im Laufe der Zeit hatte sich die Ansicht befestigt, die Harnsteine bestünden aus Knochenerde, obwohl man von dieser ebenso wenig etwas Bestimmtes wusste, wie von den übrigen Stoffen des thierischen Organismus. Scheele fand, dass eine eigenthümliche Säure, die er Blasensteinsäure nannte, die Harnsäure, den hauptsächlichsten Bestandtheil der Harnsteine ausmache, was Bergmann bald bestätigte. Dieser hatte indessen auch schon Gelegenheit, einen Stein aus phosphorsauren Erden zu untersuchen, wodurch die Verschiedenartigkeit der Zusammensetzung nachgewiesen war.

Wir finden jetzt die Aufmerksamkeit der Aerzte und Chemiker auf diesen Punkt gerichtet, zum Theil um die Natur dieser Stoffe, zum Theil um die Uebel und die Mittel, sie zu bekämpfen, aufzufinden. Achard untersuchte die Wirkung der Kohlensäure auf die Steine, und es wurden schon damals kohlensaure Alkalien zur Entfernung dieses lästigen Uebels angewendet. Eine besondere Epoche in der Geschichte dieses Gegenstandes machte Wollastons Abhandlung über die Harnsteine vom Jahre 1797. Dieser unterschied fünf verschiedene Arten von Steinen, 1) aus Harnsäure, 2) aus phosphorsaurem Kalk, 3) aus diesem und phosphorsaurem Ammoniak-Magnesia, 4) aus diesem letzten allein, 5) aus oxalsaurem Kalk bestehende. Fourcroy und Vauquelin, welche über 600 Steine untersuchten, fanden noch 6) harnsaures Ammoniak, 7) Kieselsäure. Wollaston fand viel später das Cysticoxyd (Blasenoxyd 1810) als Bestandtheil, nachdem Prout kohlensaure Kalkerde unter den Steinen aufgefunden hatte; A. Mar-

cet beobachtete Xanthicoxyd, eine neue Substanz, und stellt es fest, dass Faserstoff des Blutes ebenfalls eine Substanz, günstig für die Bildung des Steines darbieten konnte; Lindbergson fand zuerst harnsaures Natron und kohlensaure Magnesia.

In allen Concrementen, welche man in der Harnblase findet, kehren diese angeführten Substanzen wieder, stets mehr oder weniger thierische Materien enthaltend, und durch eigenthümlichen Farbstoff gefärbt; unter diesen namentlich der Farbstoff des Harns und der des Bluts. Oft aber bemerkt man Färbungen durch besondere Stoffe; so fand Brugnatelli einen violetten Stein, vielleicht durch sog. Cyanurin gefärbt. Oft sind die Ablagerungen in der Blase nur pulverförmig, in welchen Fällen sie natürlich am wenigsten schädlich sind; indessen bleibt die Krankheitsursache eine eben so schwere, und man ist niemals sicher, dass sich nicht krystallinische und endlich steinige Concretionen bilden. Die pulverförmigen Ablagerungen bestehen meist aus Harnsäure, phosphorsaurer Kalkerde, mit phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia. Nicht immer ist hierbei, wie angegeben wird, der Harn alkalisch. Ich habe ihn im Gegentheil schon stark sauer gefunden. Schleim aus der Blase und dem Harnwege, der sich im Harn immer findet, ist nicht selten in sehr bedeutender Menge hierin enthalten. Es sind die Epitheliumzellen, welche fortwährend abgesondert werden, und nun durch die festen und rauhen Stoffe gereizt, sich nur in grösserer Menge von der Schleimhaut losstossen. Nicht immer ist Harnsäure zugegen, namentlich bei gleichzeitig arthritischem Leiden. Zuweilen hat man viel Kieselsäure gefunden. Die pulverförmigen Stoffe gehen nach und nach nicht selten in krystallinische Pulver über, und bilden dann den sogenannten Gries, in welchem man saures harnsaures Ammoniak, oxalsauren Kalk und phosphorsaure Ammoniak - Magnesia bemerkt. Man kann wohl die Existenz des Grieses fälschlicher Weise annehmen, wenn man den erkalteten Urin untersucht, und den entstandenen Absatz für einen im festen Zustande ausgeleerten hält; um sich dabei

nicht zu täuschen, muss man den Harn beim Uriniren durch ein feines Tuch fliessen lassen.

Die schrecklichsten Zufälle werden indessen durch die wirklichen Steine hervorgebracht, welche an Grösse, Farbe, Zusammensetzung u. s. w. so sehr mit einander wechseln, dass man die verschiedensten Körper in ihnen zu sehen glaubt. Bald glatt, bald rauh und warzig, geben sie zuweilen schon durch ihr Aeusseres ihre Zusammensetzung zu erkennen. Im Innern sind sie meist concentrisch und bilden sich um einen festen Kern, welcher sich zufällig in der Blase befindet. Man darf nicht annehmen, dass diese festen Stoffe, die sich durch irgend eine Weise in der Blase befinden, jedesmal die nothwendige Ursache zur Bildung des Steins seien; nur wenn die Disposition zugegen ist, d. h. wenn der Harn mit festem Stoffe überladen ist, welche er nicht aufgelöst halten kann, so geht von diesen festen Stoffen eine Ausscheidung vor sich, die sich in concentrischen Ablagerungen zeigt. Sehr häufig sieht man Steine, welche bei einem festen Kern, etwa von Blutfaserstoff, um diesen mehrere ganz verschieden zusammengesetzte Schichten zeigen, die gewissermaassen die Krankheitsgeschichte einer langen Reihe von Jahren darlegen.

Für den Arzt ist es von Wichtigkeit, zu wissen, welche Substanzen die Steine enthalten, und wenn eine quantitative Analyse oft sehr überflüssig ist, so möchte eine qualitative sehr nöthig erscheinen, da sich nach den Stoffen, die zu entfernen sind, immer das einzuleitende Hülfsverfahren richten wird. Es ist meist nicht schwierig, die Stoffe zu entdecken, und auch ein in der praktischen Chemie wenig geübter Arzt wird im Stande sein, mit ziemlicher Gewissheit die verschiedenen Stoffe zu unterscheiden.

Die Harnsteine, welche aus Harnsäure bestehen, erkennt man leicht daran, dass sie sich völlig in kaustischem Kali lösen, bis auf wenig Schleim und etwas beigemengte phosphorsaure Kalkerde. Die Gegenwart der Harnsäure wird mit grosser Sicherheit sehr leicht durch die Reaction auf Salpetersäure erkannt (s. oben p. 308.). Mittelst dieser, von Jacobson zuerst angegebenen Probe kann man die kleinste Menge

von Harnsäure entdecken; z. B. in dem Harn der Käfer und anderer niedern Thiere.

Höchst selten ist die Harnsäure an Natron gebunden; man erkennt diese Steine an ihrer Reaction auf Harnsäure, und der Rückstand, beim Verbrennen auf Platinblech, welcher aus kohlensaurem Natron besteht, dann der Löthrohrflamme eine so charakteristische gelbe Färbung ertheilt. Häufig macht das harnsaure Natron einen wesentlichen Bestandtheil der gichtischen Concremente aus. (Vgl. p. 107.)

Wie die Harnsäure verhält sich fast das harnsaure Ammoniak, nur dass es, mit Kali behandelt, einen sehr deutlichen Geruch nach Ammoniak entwickelt.

Sehr häufig enthalten die Harnsteine phosphorsauren Kalk; sie bestehen nicht selten fast allein aus dieser Substanz oder sind gemengt und verbunden mit der phosphorsauren Magnesia, auch mit Ammoniaksalzen und besonders wohl mit Harnsäure. Die Gegenwart des Kalks erkennt man vor dem Löthrohr fast mit Sicherheit an dem ausserordentlichen Glanze, welchen das glühende Concrement verbreitet. Befeuchtet man dasselbe mit Schwefelsäure und bläst nun darauf, so zeigt die Flamme die grüne Färbung, welche der Phosphorsäure hierbei eigenthümlich ist. Die Verbindung der phosphorsauren Kalkerde mit den Magnesiasalzen zeichnet sich dadurch aus, dass sie sehr leicht schmilzt, woher sie auch den Namen calculi fusibiles erhalten haben.

Sehr leicht zu erkennen sind die nicht seltenen Steine von oxalsaurer Kalkerde, welche ihrer eigenthümlichen Form wegen den Namen Maulbeersteine haben. Wenn man sie sehr schwach glüht, so brausen sie mit Säuren auf, was sie vorher nicht thun, da die Oxalsäure sich hierbei sehr leicht in Kohlensäure zerlegt. Den Kalk erkennt man sehr leicht an seiner deutlichen alkalischen Reaction, wenn er stark gebrannt ist, und an dem Leuchten in der Löthrohrflamme.

Selten sind die Steine aus Cystin. Diese sonderbare Substanz, welche den vierten Theil ihres Gewichts an Schwefel enthält ($C_6H_{12}N_2S_2O_4$), wurde von Wollaston entdeckt, und später durch Prout untersucht. Dieser übersah den

Schwefelgehalt, obwohl er die Zusammensetzung fast richtig angiebt. Baudrimont fand den Schwefelgehalt darin, der später von Thaulow und mir übereinstimmend bestimmt wurde. Das Cystin löst sich leicht in heissem kaustischen Kali und liefert, kochend heiss mit Essigsäure versetzt, dann grosse, schneeweisse, sechsseitige Tafeln.

Die daraus gebildeten Steine haben die grösste Aehnlichkeit mit den aus Harnsäure bestehenden; sie schmelzen vor dem Löthrohre nicht, entzünden sich aber leicht, und brennen dann mit einer bläulichgrünen Flamme. Mit Salpetersäure werden sie nicht roth.

Noch seltner ist das von Marcet entdeckte Xanthicoxyd, welches nach seiner Zusammensetzung ($C_5H_4N_4O_2$) von Liebig und Wöhler den Namen harnige Säure erhalten hat.

Die quantitative Analyse dieser Concremente ist meistens für therapeutische Zwecke nicht erforderlich, sie ist schwierig auszuführen und erfordert die ganze Geschicklichkeit eines in organischen Analysen geübten Chemikers.

Die Mittel, welche man anwenden kann, um die Harnsteine aus der Blase zu entfernen, sind bekanntlich entweder mechanische oder chemische. Im ersten Falle ist der gefahrvolle Steinschnitt, oder die weniger zu fürchtende Lithotripsie anzuwenden; in diesem entweder Injection durch die Blase, oder innerlich gereichte Arzneimittel. Wenn diese chemischen Mittel aber allein darauf berechnet sind, die Ablagerungen in der Blase zu zerstören, so ist dies eine symptomatische Behandlung, welche freilich die Ursache der Schmerzen entfernt, nicht aber die Krankheit selbst aufhebt. Die Diathese ist es, welche der Arzt besonders zu bekämpfen hat, und es ist nothwendig, dass die chemische Untersuchung ihm selbst zeigt, welche Diathese in dem Kranken vorhanden sei.

Hat die Untersuchung ergeben, dass der Stein aus phosphorsaurem Salze, Cystin, oder, was sehr selten vorkommt, aus kohlensaurem Kalk besteht, so werden es sehr verdünnte Säuren (Chlorwasserstoff oder Salpetersäure) sein, deren Injection man vornehmen kann. Die Steine werden dadurch entweder völlig aufgelöst, oder doch wenigstens so mürb ge-

macht, dass sie nun mit Leichtigkeit zermalmt werden können. Es ist daher besonders zu empfehlen, die Injection der Lithotripsie vorangehen zu lassen. Nicht selten sind die Fragmente des zertrümmerten Steins noch immer so gross, dass sie nicht ohne Schmerz und Gefahr entfernt werden können; dann ist es wohl rathsam und nützlich, der Operation wiederum eine Behandlung mit Injection folgen zu lassen. Bei Steinen, welche aus oxalsaurem Kalk bestehen, ist die Entfernung auf chemischem Wege sehr misslich; weniger bei Harnsäuresteinen. Hier ist in der That der anhaltende Gebrauch von Borax und der von saurem kohlensaurem Natron zuweilen von günstiger Wirkung gewesen. Bei der Anwendung des letzten Salzes ist jedoch die Schwierigkeit nicht zu übersehen, welche sich durch die Fällung des phosphorsauren Kalks durch die alkalischen Salze zeigen kann.

Dieser mehr oder weniger chirurgische Theil der Behandlung wird mehr oder weniger in seiner Wichtigkeit gegen die innere Behandlung, gegen die Ursache zurückstehen; denn entfernt man das scheinbare Uebel auch, und lässt seine Wurzel zurück, so wird es selbst auch bald wiederkehren.

Wir können die Behandlung gegen die Harnsäure- und Oxalsäure-Bildung gewissermassen als eine einzige zusammenfassen, denn es ist äusserst wahrscheinlich, dass sich die Oxalsäure im Organismus wenigstens zum Theil aus der Harnsäure wirklich bildet. Die Oxydation der Harnsäure ist das Mittel, aus ihr Oxalsäure zu erzeugen (p. 204), und diese tritt natürlich um so leichter ein, je mehr Harnsäure vorhanden ist. Diese bildet sich nun zwar als ein normaler Stoff, indessen bei dem gesunden Organismus in geringer Quantität. Sie bildet sich nicht allein bei Fleischfressern, sondern auch die Pflanzenfresser haben in ihrem Urin diese Substanz. Namentlich erzeugt sie sich jedoch bei starker Fleischnahrung und sehr mangelhafter Bewegung, also namentlich bei Schlangen. Man hat angenommen, dass sie sich dort in grosser Menge bilde, wo die chemische Reaction des Organismus nur schwach sei, wenn eine geringe Respiration (Oxydation) statt finde, und zwar in Folge einer nicht zu Stande kom-

den Oxydation der Harnsäure. Diese solle, sobald sie in dem Organismus durch den Sekretionsprocess gebildet sei, wieder oxydirt und so entfernt werden. Wo die Reaction zu schwach sei, da bleibe sie unzersetzt im Körper. Nun ist aber bekannt, dass die Nahrungsmittel, welche stickstofffrei sind, zu ihrer Umwandlung in Kohlensäure und Wasser mehr Sauerstoff brauchen, als die stickstoffhaltigen, und es würde daraus folgen, dass die stickstoffhaltigen Nahrungsmittel (animalische besonders), jenen vorzuziehen seien. Dies möchte indessen wohl Einwendungen erleiden, welche sich auch von dem Gesichtspunkte aus rechtfertigen lassen, dass man die primäre nothwendige Bildung der Harnsäure bestreitet, und sie gewissermassen als ein abnormes Produkt betrachtet, welche aus dem Nahrungsstoffüberschuss erzeugt wird. Wenn wir grosse Ursache haben anzunehmen, dass die Stickstoffhaltigen Stoffe, welche aus dem Körper selbst durch den Lebensprocess ausgeschieden werden, hauptsächlich in Ammoniaksalze und besonders in Harnstoff übergehen, so sehen wir in dieser Ansicht auch den Grund, weshalb, wenn mehr Nahrung genommen wird, als erfordert wird, unmittelbar aus dieser Nahrung der stickstoffhaltige Theil in Harnsäure umgewandelt werden kann. Die stärkere Oxydation des Körpers wird nicht die gebildete Harnsäure zersetzen, sondern sie wird mehr Körpersubstanz consumiren, und dadurch auch mehr stickstoffhaltige Nahrung erfordern. Diese wird daher völlig verbraucht werden können, und Harnsäurebildung wird sich nicht einstellen. Es kommt nicht dazu. Würde die Harnsäure selbst oxydirt, so müsste man befürchten, einem zweiten Feinde in die Hände zu fallen, nämlich der Erzeugung der Oxalsäure.

In jedem Falle ist eine mangelhafte Oxydation, ein unterdrückter Athmungsprocess, eine zu grosse Ansammlung von Nahrungsstoffen, die dadurch eben bedingt wird, die Hauptursache der Bildung der Harnsäure. Ist die verhältnissmässig zu grosse Nahrungsmenge stickstoffhaltig, so wird das Produkt natürlich auch ein solches sein müssen; daher ist es nicht richtig, die vegetabilischen, stickstofffreien Stoffe zu verwerfen, und die Fleischspeisen, welche die Lebensreactionen steigern,

als zweckmässig zu empfehlen. Aber nicht allein aus der Harnsäure entsteht die Oxalsäure, sondern wir sehen sie aus einer grossen Menge von andern Stoffen sich gleichfalls bilden, und zwar aus Pflanzensäuren und indifferenten Stoffen. Oxalsäure selbst geht, als Säure genommen, in den Urin über. (Der Versuch darf nnr in kleinem Massstabe angestellt werden, da die Säure giftig wirkt). Während saures weinsaures Kali, für sich genommen, meist in kohlensaures Kali umgewandelt wird, so geht die Umwandlung in Oxalsäure vor sich, wenn zugleich eine bedeutende Menge von Kohlensäure genossen wird, z. B. beim Genuss des Champagners. Die Bildung der Säure allein scheint auch weniger die Krankheitserscheinung zu sein, als die zu grosse Absonderung von Kalksalzen, die damit gleichzeitig statt findet, und diese mag wohl ihren Grund in schlechter Verdauung haben.

Die Bildung der phosphorsauren Salze scheint bei der Steinbildung keine abnorme zu sein, es scheint vielmehr die Zusammensetzung der Menstrua, in denen diese sonst aufgelöst enthalten sind, eine solche fehlerhafte zu sein, dass sie nicht mehr darin gelöst werden können. So wie die Alkalität hervortritt, so wird die Ausscheidung dieser Stoffe die Folge sein. Die Flüssigkeit muss saure Reaction ausüben; wo sie fehlt, muss sie hervorgerufen werden. Die Mineralsäuren können nicht füglich zu diesem Zwecke angewendet werden, da sie zu kräftig auf die Zusammensetzung der thierischen Flüssigkeiten einwirken, die kohlensauren Salze derselben zersetzen, und nicht als freie Säure durch den Organismus hindurch geführt werden, und als solche im Urin erscheinen. Unverändert indessen gehen die Pflanzensäuren, in nicht zu geringer Menge gereicht, durch den Organismus hindurch, und lassen dann den Harn sauer erscheinen. Citronensäure, Weinstein- und Apfelsäure können auf diese Weise angewendet werden. Man darf die Dosis nicht zu hoch steigern, denn sonst würde die Harnsäure frei werden können, sich ausscheiden, und dadurch ein neues Uebel hervorrufen.

Der alkalische Urin ist gewöhnlich mit einem Absatze von phosphorsaurem Kalk, oder auch von phosphorsaurem Magne-

sia-Ammoniak begleitet, und bei Gichtkranken ist diese Erscheinung nichts seltenes. Dieselbe wird beseitigt durch Genuss der vegetabilischen Säuren, unter diesen auch durch den der Benzoësäure. Dabei wird diese in Hippursäure umgewandelt, und wirkt auch auf diese Weise Stickstoffentziehend. Es scheint sogar möglich zu sein, dass sich im Organismus unter gewissen Umständen eine vegetabilische Säure bilden könne; denn Wöhler hat in einem, freilich gegohrenem Harn eine bedeutende Menge von Weinstein gefunden. Es ist möglich, dass sich diese Säure im Körper schon erzeugt hatte, möglich, dass sie durch die Gährung entstanden war. *Dieser* Umstand liefert einen Beitrag zur Erklärung der Hippursäure-Bildung. Diese Substanz hat die Zusammensetzung des Benzamids, plus den Elementen der Aconitsäure.

Hippursäure	$C_{18} H_{16} N_2 O_5 + H_2 O$
Benzamid	$C_{14} H_{14} N_2 O_2$
Aconitsäure	$C_4 \; H_2 \; O_3 + H_2 O.$

Die Zusammensetzung des Benzamids ist die des benzoësauren Ammoniaks (Ammoniumoxyd), weniger die Elemente des Wassers. Es verhält sich zu dem benzoësauren Ammoniak ähnlich in dieser Beziehung, wie der Harnstoff zu dem kohlensauren Ammoniak. Dieser ist gleichfalls kohlensaures Ammoniumoxyd weniger Wasser, jedoch weniger 2 Atome Wasser. Wenn es nun sich betrachten lässt, als sei der Harnstoff gewissermassen noch nicht fertiges kohlensaures Ammoniak, so kann man dasselbe von dem Benzamid sagen. Wenn der Harnstoff den Stickstoffgehalt des Körpers aufnimmt, während er auf dem Wege der Zersetzung ist; gewissermassen im Begriff Ammoniak zu bilden, das bei der freiwilligen Zersetzung des leblosen Organismus gebildet werden würde, so werden die Elemente des Ammoniaks mit denen der Kohlensäure, die gleichfalls im Bildungsmomente auftritt, vereinigt zu Harnstoff. Dasselbe findet mit der Benzoësäure statt, ohne dass der Harnstoff weniger gebildet wird; es muss also eine grössere Menge Stickstoff dem Körper entzogen werden, und die überschüssigen Nahrungsmittel werden unschädlich bleiben. Kann sich nun wirklich im Organismus eine vegetabilische Säure bilden, so

scheint damit die Möglichkeit, dass die Hippursäure auf diese Weise, und aus einer der Aconitsäure ähnlich zusammengesetzten, gebildet sei und werde, sehr nahe zu liegen.

An diese pathologischen Erscheinungen schliesst sich sehr nahe die schwere Krankheit der zuckrigen Harnruhr an. In dieser nämlich bildet der thierische Organismus einige Substanzen in andere, organische Verbindungen um, welche er als nicht assimilirte ausscheidet, während er jene aufgenommenen sonst völlig in Stoffe umwandelt, die dem Organismus eigen sind, in ihm zurückgehalten werden, oder sogleich durch den Athmungsprocess in die Respirationsprodukte übergehen. Die Stoffe, welche diese ungewöhnliche Umwandlung erfahren, sind namentlich die amylumartigen, und an ihrer Spitze die Stärke selbst. Es besteht eine einfache Relation zwischen einer Anzahl von organischen Verbindungen, welche in dem Pflanzenorganismus in einander umgewandelt werden; eine Metamorphose, die der Chemiker zuweilen künstlich nachahmen kann. Man kann die Reihe dieser Verbindungen, von ihrem Ausgangspunkte, die Holzfaserreihe nennen. Die Holzfaser wandelt sich durch den Lebensprocess der Pflanze nach nnd nach in diese Verbindungen um, indem sie verschiedene Proportionen von Wasser aufnimmt, dabei aber auch, wie es scheint, eine wesentliche Umsetzung der Elemente erleidet. Die Zusammensetzung der Holzfaser und aller Derivaten ist so, dass man sie betrachten kann, als zusammengesetzt aus Kohle und Wasser; denn Wasserstoff und Sauerstoff sind im Verhältniss wie 2 : 1, in welchem sie Wasser bilden, darin enthalten. Damit ist natürlich nur gesagt, dass die Elemente sich in diesem Verhältniss wie Kohle und Wasser darin finden, und keineswegs, dass sie in der That als solche mi einander verbunden seien. Die einzelnen Verbindungen sind folgende:

Holzfaser	C_{12}	H_{16}	O_{8}
Stärke	C_{12}	H_{20}	O_{10}
Dextrin	C_{12}	H_{20}	O_{10}
Gummi	C_{12}	H_{20}	O_{10}
Rohrzucker	C_{12}	H_{22}	O_{11}
Milchzucker	C_{12}	H_{24}	O_{12}
Traubenzucker	C_{12}	H_{28}	O_{14}.

Unter diesen Verbindungen haben drei, Stärke, Dextrin und Gummi, dieselbe Zusammensetzung; ihre Eigenschaften sind wesentlich von einander verschieden; es sind isomerische Modificationen. Werden Verbindungen aus dieser Reihe dem Organismus zugeführt, welcher sich in der diabetischen Diathese befindet, so gehen dieselben in das letzte Glied der Reihe über und bilden Traubenzucker. Diese Umwandlung beginnt im Magen, und wird im Darmkanal vollendet. Lässt man Diabetische, welche Stärkehaltige Stoffe genossen haben, z. B. Brodt, nach einiger Zeit erbrechen, so findet man Zucker in der ausgebrochenen Flüssigkeit. Als Zucker wird derselbe von dem Blute aufgenommen, durch den Organismus geführt und unverändert im Urin als solcher ausgeschieden.

Der Traubenzucker ist nicht allein das Produckt organischer Bildung, welches abnorm in dem Urin erscheint. Es findet sich gleichfalls darin Hippursäure. Wenn diese erscheint, so fehlt der Harnstoff, welcher nicht durch den Zucker verdrängt wird, wie man früher angenommen hat. Es steht vielmehr die Menge der Hippursäure und die des Harnstoffs im umgekehrten Verhältniss. Harnsäure verschwindet gleichfalls, doch wahrscheinlich niemals vollständig.

Ebenso wenig wie nun die Steinbildung in der Blase oder Nieren die Krankheit selbst ist, sondern nur ein Symptom, so ist auch die Zuckerbildung nur ein Symptom und weder die Krankheit selbst, noch die Ursache. Das Letztere st zwar angenommen worden, und man hat behauptet, der Zucker wirke, in das Blut aufgenommen, wie ein Gift. Dies st nicht richtig. Man kann Zucker in die Venen eines Thieres einspritzen, ohne dass es dadurch wesentlich belästigt würde, so dass man sieht, die Krankheit hat erst die Zucker-

bildung zur Folge, und findet nicht in ihr die Ursache. Die normale Umwandlung der amylumhaltigen Nahrungsmittel in dem Magen ist eine ganz andere, als die in Zucker; vielmehr wird der Zucker und die ganze dahin gehörende Reihe zum Theil in Milchsäure schon im Magen verwandelt, zum Theil in andere, weniger bestimmte Verbindungen übergeführt. Wenn nun gleich die Milchsäurebildung hier keineswegs unterdrückt ist, so können wir doch glauben, dass die Verdauung so darnieder liegt, dass die übrigen zu bildenden Stoffe nicht mehr gebildet werden können, und die Umwandlung bei der Zuckerbildung stehen bleibt. Die Zuckerbildung ist nicht die einzige Krankheitserscheinung, sondern zugleich die ungeheure Masse von Urin, welche täglich von dem Patienten ausgeleert wird. Dabei hat der Urin eine sehr bedeutende specifische Schwere, zwischen 1,02—1,07 und zuweilen darüber. Die Masse des Urins kann sich auf 16—17 Pfund täglich steigern, beträgt aber gewöhnlich nur 9—10 Pfund. Bei wenig Nahrung und vieler Ruhe aber 6—8 Pfund. Es muss hierdurch eine solche Masse von Stoffen ausgeführt werden, dass der Körper nothwendig erliegen muss.

Der Zucker, welcher sich hier in dem Organismus bildet, ist nicht der gewöhnliche sogenannte Rohrzucker, welcher sich in einer grossen Anzahl von Pflanzen findet, z. B. in dem Zuckerrohr, der Runkelrübe u. s. w., sondern eine ähnliche, doch in Zusammensetzung und Eigenschaft davon verschiedene Verbindung. Der chemische Begriff des Zuckers ist überhaupt ein nicht ganz leicht festzustellender, und es war eine sehr unbestimmte Charakteristik, welche man allein von dem süssen Geschmack ableitete. Dieser ist ein eigenthümliches äusseres Kennzeichen; ein besseres und chemisches Kennzeichen ist die Zusammensetzung, welche der Art ist, dass die Verbindung aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff zusammengesetzt ist, und zwar in dem Verhältniss, dass Wasserstoff und Sauerstoff sich darin befinden wie im Wasser, also dem Gewichte nach wie 1 : 8. Ferner ist besonders wichtig die Eigenschaft, in weinige Gährung unmittelbar überzugehen, oder in eine sogenannte gährungsfähige Zuckerart. Alle Zuckerarten, der

Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker, gehen, bevor sie in Alkohol und Kohlensäure zerfallen (gähren), in eine neue Verbindung über, welche in den Früchten gewöhnlich neben dem Traubenzucker enthalten ist, und allein den gährungsfähigen Zucker darstellt. Andere süsse organische Verbindungen, welche wohl einen süssen Gesckmack besitzen, und aus diesem Grunde den Namen des Zuckers erhalten haben, sind nicht dahin zu zählen, da ihnen die Gährungsfähigkeit abgeht, und sie nicht die oben angegebene Zusammensetzung besitzen. Dahin gehört der Mannazucker (Mannit), der Süssholzzucker (Glycyrrhizin), der Oelzucker (Glycerin) u. a. m.

Die früheren Chemiker haben angenommen, der im Harne vorkommende Zucker sei eine eigenthümliche Zuckermodification, welche sich sonst nicht finde, und ihn deshalb Harnzucker genannt, bis Prout, der sich viele Verdienste um unsere Kenntnisse der Harnkrankheiten erworben hat, nachwies, dass der Harnzucker nicht nur analog mit dem vegetabilischen Traubenzucker zusammengesetzt sei, sondern auch alle dessen physikalischen und chemischen Eigenschaften besitze. Die Zusammensetzung ist:

12 C	900 =	36,36
28 H	175 =	7,07
14 O	1400 =	56,57
	2475	100,00.

Diese Zuckerart geht mit der grössten Leichtigkeit eine Verbindung mit dem Kochsalz ein, mit dem sie vereinigt, sodann in schönen Krystallen erhalten werden kann. Die Verbindung enthält 13,1$^0_0$ Kochsalz. (Erdmann, Lehmann, Marchand u. a. m.).

Da es für den Arzt von der grössten Wichtigkeit ist, die Gegenwart des Zuckers in dem Harn entdecken zu können, so hat man eine Menge von Mitteln angegeben, wodurch dies erreicht werden kann. Kommt es nur auf eine qualitative Untersuchung an, so ist dieselbe mit keiner Schwierigkeit verbunden. Ist die Quantität des Zuckers einigermassen bedeutend, so reicht der Geschmack schon hin, sich von seiner Gegenwart zu überzeugen. Ein einfaches Mittel, den Zucker-

gehalt aufzufinden, ist, den Urin durch Zusatz eines Ferments in Gährung zu versetzen, wobei sich eine der Zuckermenge entsprechende Menge von Kohlensäure entwickelt. Es ist oft gar nicht einmal nöthig, ein Ferment hinzuzusetzen, da sich nicht selten schon ein solches in dem Urine selbst befindet, welches die grösste Aehnlichkeit mit dem alkoholischen Fermente besitzt. (Quevenne). Aus der Menge der gebildeten Kohlensäure die des zersetzten Zuckers ableiten zu wollen, gelingt nicht, da auch andere Stoffe dabei zerlegt werden, und Kohlensäure liefern. — Um kleine Quantitäten von von Zucker zu entdecken, dampft man den Urin im Wasserbade ein, und vermischt den Rückstand mit verdünnter Schwefelsäure. Bei Gegenwart des Zuckers schwärzt sich die Masse dabei. Ein sehr sicheres, obwohl nicht ganz einfaches Mittel, den Zucker aufzufinden und ihn quantitativ zu bestimmen, ist die Anwendung des polarisirten Lichts. Die Beschreibung des Apparats und seiner Anwendung würde hier zu weit führen, daher ich nur erwähnen will, dass die Zuckerarten, wie das Dextrin die Eigenschaft besitzen, sich gegen das polarisirte Licht ganz ähnlich wie der Quarz, der Gyps, der Glimmer u. s. w. zu verhalten, und dass, wenn ein polarisirter Lichtstrahl durch eine mit Zuckerwasser gefüllte Glasröhre hindurch geht, die Polarisationsebene derselben um einen Winkel gedreht wird, welcher mit der Natur der Farbe, und mit der Länge der Flüssigkeitsröhre verändert wird.

Durch diese Eigenschaft kann man nicht nur geringe Mengen von Zucker entdecken, sondern auch ihn quantitativ bestimmen, so dass der Arzt in dem Polarisationsapparate ein vorzügliches Mittel besitzt, den Harn auf Zucker zu prüfen, und zu beurtheilen, ob die Quantität desselben zu- oder abnimmt. Es ist oft nothwendig, ihn dabei durch Filtration durch Kohle zu entfärben, und die Dichtigkeit durch Wasser auf eine constante Zahl zu bringen. Der am besten dazu geeignete Apparat ist der von Ventzke beschriebene.

Eine in der äussern Erscheinung der zuckrigen Harnruhr sehr ähnliche Krankheit ist der sogenannte Diabetes insipidus, welcher in einer ungeheuren Harnausscheidung besteht, die je-

geschmacklos ist. Man hat behauptet, auch hier sei Zucker im Harne enthalten, jedoch sei dieser selbst geschmacklos; dies ist unrichtig. Es giebt keinen geschmacklosen Zucker; wohl aber ist es richtig, dass die Quantität des Zuckers so gering sein kann, dass der Harn dadurch nicht süss wird, dann polarisirt der Harn das Licht und wird durch Ferment in Gährung versetzt. Die Quantität des Kochsalzes kann auch so bedeutend sein, mit welchem sich dann der Zucker chemisch verbindet, dass er seinen Geschmack dadurch verliert. Endlich aber giebt es eine wirklich zuckerfreie Harnruhr, welche im Harn eine Menge von Harnstoff namentlich ausführt, und auf diese Weise dem Körper mehr Substanz entführt, als er in Nahrungsmitteln aufzunehmen im Stande ist. Hier bleibt diese Krankheitserscheinung nur ein entferntes Symptom; entfernt von dem Sitz des Leidens, über dessen eigentliches Wesen, wie über ihre Ursache die Pathologie im Dunklen ist, daher auch nur ein unsichere Therapie entwerfen konnte.

Ausser den genannten normalen und abnormen Bestandtheilen des Harns erscheinen noch einige Stoffe in demselben, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Fast niemals fehlend ist in dem Harn der eigenthümliche Farbestoff, durch welchen dieser Flüssigkeit eine gelbe, oft braune und selbst rothe Färbung ertheilt wird. Mit ihm verbunden fällt gewöhnlich die Harnsäure nieder, wenn sie sich aus dem Harn freiwillig oder durch Zusatz von Salzsäure abscheidet. Mit Alkohol kann er sodann ausgezogen werden, ist jedoch dann, nach Vogel, nicht ganz frei von Harnsäure. Duvernoy bemühte sich, ihn rein darzustellen, und liess aus dem mit Farbstoff verunreinigten Harnstoff denselben durch Pressen zwischen Fliesspapier ausziehen und laugte nachher dies Papier aus. Indess war die braune extractartige Masse, welche er nachher beim Abdampfen erhielt, immer noch mit Salzen und Harnstoff verunreinigt. Nach Duvernoy disponirt dieser Farbstoff den Harnstoff sehr zur Zersetzung, welche der unreine Harnstoff viel leichter erleidet, als der vollkommen reine. Ebenso soll er die Krystallform der Harnsäure wesentlich ändern (?). Ehe wir nicht ein Mittel aufgefunden

haben, diesen Stoff in seiner eigenthümlichen Form, frei von fremden Bestandtheilen darzustellen, so können wir auch natürlich nicht über den Einfluss urtheilen, welchen er auf die übrigen Bestandtheile des Harns ausübt, und welche Rolle er überhaupt spielt.

Zuweilen wechselt die Natur des Farbstoffs sehr, oder es bildet sich neben dem gewöhnlichen eine noch anders gefärbte Verbindung, welche die erstere verdeckt. So fand Marcet, wie ein ganz gesundes Kind bald nach der Geburt einen Harn liess, der die Wäsche dunkelroth färbte. Nach Stuhlverstopfung ward er fast schwarz, und setzte erst nach 7 Tagen einen Bodensatz ab. Prout konnte weder Harnstoff noch Eisen darin finden. Namentlich sind es blaue Färbungen, welche nicht selten sind. Diese rühren zuweilen von Berlinerblau her, wie es Cantu, Mojon, J. Fontenelle gefunden haben, und das aus dem constanten Eisengehalt des Urins gebildet ist; indessen fand Braconnot einen anderen blauen Stoff darin, den er Cyanurin nannte; ein dunkler, Melanurin, scheint ein ähnlicher zu sein, wie das Melanic acid von Prout. Das Cyanurin wurde durch Säuren roth und Alkalien wiederum blau gefärbt. Möglich, dass es der Farbstoff von blau gefärbten, vorher genossenen Früchten gewesen ist. Einen anderen Farbstoff hat Spangenberg beobachtet. Dieser unterschied sich von jenen, dass er sich mit blauer Farbe in Schwefelsäure löste, löslich in Alkohol und Aether, wurde er durch Wasser daraus gefällt. Simon hat angegeben, Indigoblau in dem Harn gefunden zu haben. Wenn dieser Farbstoff nicht vorher von den Personen genossen ist, so ist es mehr als unwahrscheinlich, dass dieser Angabe ein Irthum zum Grunde liege. Eine Zeitlang wurde Indigo gegen Epilepsie, wenn auch ohne Wirkung, gereicht; bei diesen Personen habe ich den Harn niemals blau gefärbt gefunden, obgleich nach grossen Mengen Indigo sich dieser wirklich im Harne wiederfinden lässt. Zuweilen finden wir, in der Gelbsucht stets, den Farbstoff der Galle in dem Harn. Auch die anderen Bestandtheile derselben sind darin enthalten, aber der Farbstoff ist am leichtesten zu erkennen, und schon durch

den gelben Fleck, der auf hineingetauchtem Papier oder Leinwand zurückgelassen wird, leicht wahrzunehmen. Setzt man Salpetersäure hinzu, so wird, wenn man die Flüssigkeit wohl umschüttelt, diese zuerst grün, dann blau, violett, zuletzt roth gefärbt. Diese Veränderung geht innerhalb weniger Sekunden vor sich; endlich verschwindet die rothe Färbung und an ihre Stelle tritt ein bleibendes Gelb.

Die Reaction des frischen Harns ist, wie oben angeführt, gewöhnlich eine saure, und diese verschwindet nur in wenigen Fällen, und macht einer alkalischen Platz, welche oft nach typhösen Fiebern und überhaupt starken nerveusen Affectionen erscheint. Diese saure Reaction ist zum Theil der freien Harnsäure, zum Theil der Milchsäure zuzuschreiben, welche sich im Harne findet. Von den anderweitigen Eigenschaften dieser Säure werde ich bei der Abhandlung der Milch sprechen, wie auch von einer andern Säure, welche Berzelius in einem einzigen Falle in dem Harn auffand, nämlich von der Buttersäure. Hier will ich nur erwähnen, dass Berzelius gleichfalls die Existenz der Milchsäure im Harne auffand, und bereits vor vierzig Jahren die Identität dieser Säure mit der nachzuweisen sich bemühte, welche durch Gährung in der Milch entsteht. Thénard und Proust glaubten Essigsäure in dem Harn annehmen zu müssen; dies ist jedoch durch Berzelius widerlegt worden.

Obgleich die Milchsäure durch ihr Auftreten in den Sekretionsprodukten des Organismus keine Ueberraschung hervorrufen kann, so muss doch darauf aufmerksam gemacht werden, dass diese Verbindung sich durch Zersetzung einer grossen Menge von organischen Stoffen sehr leicht bildet, und dies namentlich in dem Magen selbst statt findet (s. unten bei der Verdauung). Von hier aus geht die Milchsäure in das Blut über, wird mit diesem durch den Körper hindurchgeführt, und dient zu der Aufnahme einer Anzahl von Stoffen, welche durch die Circulation aus dem Organismus herausgeführt, um durch neue ersetzt zu werden. Es sind gegen diese Ansicht Einwendungen erhoben worden. Zuerst hat man gesagt, dass die Milchsäure, der wir namentlich die Fä-

higkeit zuschreiben, phosphorsaure Kalkerde zu lösen, und in ihr das Mittel finden, dieses Salz den Knochen zu entziehen und in den Harn überzuführen, nicht mit mehr Leichtigkeit dieses Salz lösen könne, als etwa Essigsäure. Wie dem auch sei, so wissen wir doch, dass Essigsäure in dem Blute nicht enthalten ist, also die Milchsäure hier sehr wohl als Auflösungsmittel auftreten kann. Ferner hat man dagegen eingewendet, dass die Milchsäure nicht im Blute enthalten sein könne, weil die milchsauren Salze bei der Aufnahme in den Körper in kohlensaure umgewandelt würden. Nichts ist wahrer als diese Behauptung! Milchsaure Alkalien gehen wie die citronensauren, weinsauren u. s. w. als kohlensaure in den Harn über; aber ebenso, wie die freie Citronensäure, die freie Weinsäure, Oxalsäure u. s. w. in den Harn als solche übergehen, ebenso sehr wird auch die Milchsäure im ungebundenen Zustande durch die Circulation nicht zersetzt. Nun ist es freilich unmöglich, dass sie lange Zeit als freie Säure in dem Blute vorhanden ist, wenn ihre Quantität nicht so beträchtlich ist, dass sie die vorhandenen kohlensauren Salze sättigt, und noch ein Ueberschuss bleibt; so gross ist nicht die Menge, welche sich stets im Organismus erzeugt; vielmehr ist die Menge sehr gering. Dieser Umstand beweist, dass nicht auf dem Wege der Circulation des Bluts die darin enthaltenen Stoffe der Zersetzung unterworfen werden, sondern dass in dem Augenblicke der Aufsaugung durch die Gefässe, welche die Flüssigkeiten aus Magen und Darmkanal in das Blut überführen, diese vor sich geht. Werden die Säuren hier im freien Zustande aufgenommen, so verändern sie sich nicht mehr später, wenigstens nur zum Theil; werden sie aber schon als alkalische Salze resorbirt, so verwandeln sie sich während der Resorption in kohlensaure. Dass man in dem Blute die Milchsäure und ihre Salze nicht hat auffinden können, liegt in demselben Grunde, aus welchem man den Harnstoff gleichfalls nicht im Blute nachzuweisen im Stande ist. Beide Stoffe werden sofort, wie sie in das Blut übergegangen sind, in den Urin übergeführt und ausgeschieden. Da die mögliche Menge, welche daher in dem Blute enthalten sein kann, nur höchst unbedeu-

tend sein muss, so ist es uns auch nicht möglich, diese Substanz zu finden.

Mehr Ueberraschung machte die Angabe, dass Buttersäure im Harne gefunden sei; eine Verbindung, welche sich durch Verseifung der Butter erzeugt. Diese Säure, welche sich auch zuweilen im Blute und im Schweisse findet (p. 286), erzeugt sich mit ausserordentlicher Leichtigkeit, bei der Gährung und einer Anzahl anderer Prozesse, und zwar nicht allein aus dem Butterfette, sondern aus einer Menge andere Substanzen, z. B. aus dem Amylum, dem Zucker u. s. w. Bei der Milch werde ich hierauf zurückkommen.

Neben diesen wohl characterisirten und gut gekannten organischen Verbindungen findet man noch mehrere andere unbestimmte thierische Materien im Harn, deren Wesen nicht genau bestimmt werden konnte. Wir haben in den extractartigen Stoffen, dem Osmazom u. s. w. eine Anzahl von chemischen Verbindungen, welche mit mehr oder minderer Hartnäckigkeit andere Stoffe zurückhalten, sich an die Stoffe anschliessen, welche in jeder thierischen Flüssigkeit enthalten sind, und wahrscheinlich Zersetzungsprodukte darstellen, deren völlige Umwandlung in andere Verbindungen (Harnstoff, Harnsäure u. s. w.) noch nicht vollendet ist. Wir würden dies einigermaassen beurtheilen können, wenn wir die Zusammensetzung dieser Stoffe im Blute, sowohl dem arteriellen als dem venösen, und im Harn kennten. Ob eine Umwandlung, und welche Statt gefunden hätte, würden wir dann mit Leichtigkeit übersehen können.

Die verschiedenen Krankheitserscheinungen im Organismus verändern mehr oder minder die Eigenschaften der Sekrete, und ihre Zusammensetzung. Wir wissen, welches Gewicht die ältesten Aerzte schon auf die Prüfung des Harns, wenn auch nur seiner Farbe nach, legten. Es konnte nicht anders sein, als dass die Wichtigkeit, welche man dem äussern Ansehn des Harns zuschrieb, übertrieben wurde, und so finden wir denn auch aus einem mehr oder weniger schwebenden Wölkchen, einer kürzeren oder längeren Dauer des Absetzens der Trübung, die fabelhafteste Diagnose und Prognose

gestellt. Die genaue chemische Kenntniss von der Zusammensetzung des Harns selbst, und die Zusammensetzung der darin enthaltenen Stoffe, wird den Weg eröffnen, durch eine sorgfältige Prüfung dieses Exkrets oft auf den Zustand der Person einen wichtigen und richtigen Schluss zu machen.

Schon oben sind einige Erscheinungen angeführt, welche bei Krankheiten einzutreten pflegen; ich will hier nur noch einige andere erwähnen. Zu wünschen ist es, dass die Untersuchung über diesen Gegenstand eine bei Weitem grössere Ausdehnung erhält, als bisher geschehen ist.

In den fieberhaften Krankheiten wechselt die Beschaffenheit des Harnes sehr nach den verschiedenen Stadien des Fiebers, in denen er untersucht wird. Im Froststadium ist er meist wasserhell, enthält viel Wasser; der sogenannte rohe Harn, urina cruda. Man hat angegeben, Kochsalz und Salmiak fänden sich hier in besonders grosser Menge. Bei Eintritt der Hitze wird der Harn dunkeler; das Wasser wird auch durch die Haut entfernt, und die Flüssigkeit wird dadurch concentrirter. Ob die Säure hierbei ab- oder zunimmt, ist noch nicht entschieden. Duvernoy will namentlich zur Zeit der Krisis eine Zunahme der Säure gefunden haben. Die dunkele Farbe leitet er vom Einfluss der Säure auf den Farbstoff her; seine Beweise dafür sind jedoch nicht hinreichend. Er fand ferner die Harnsäure jetzt um das 6—12fache vermehrt, und namentlich im kritischen Harne, welcher seinen Absatz vorzüglich dieser Substanz zu verdanken hat, die sich mit Farbstoff verbunden zu Boden schlägt. Durch Zusatz von harnsaurem Kali zu gesundem Harn wird das Sedimentum lateritium nachgeahmt. Auch kann jetzt wohl der Harn eiweisshaltig werden und nicht selten in hohem Grade. Bei einer Feb. lenta fanden Fromherz und Gugert einen Niederschlag von gelber Harnsäure, vermischt mit wenigem Harnstoff und vieler phosphorsaurer Magnesia. Man hat zuweilen die Stoffe, welche durch kritischen Harn ausgeleert werden, als Krankheitsstoffe angesehen, und mit ihrer Entfernung auch die Entfernung der Krankheitsursache angenommen. Es ist dies indessen nur ein Zeichen, dass im Organismus eine neue Reac-

tion eingetreten ist, mit der freilich oft die Heilung der Krankheit verbunden sein kann.

Bei Wassersuchten enthält der Harn, ebenso wie die hydropischen Flüssigkeiten, oft sehr viel Eiweiss. Salpetersäure coagulirt dasselbe, und durch Kochen gerinnt die Flüssigkeit mehr oder weniger. Dabei nimmt der Harnstoff sehr ab, soll sogar ganz verschwinden können. Eine jede Wassersucht ist fast mit Harnverhaltung verbunden, und daher muss die secernirte Flüssigkeit irgendwo im Organismus sich sammeln, da meist auch die Haut unthätig genug ist, um die Ausdünstung, und den Schweiss zu verhindern. Die Stoffe, welche sonst durch den Harn ausgeschieden worden, bleiben im Körper zurück, und die hydropischen Flüssigkeiten enthalten davon stets sehr bedeutende Quantitäten. Unter 37 hydropischen Flüssigkeiten bei Bauchwassersucht und allgemeiner Wassersucht, habe ich nur bei 5 keinen Harnstoff entdecken können. Dass aber hierbei nicht allein die Stoffe zurückgehalten werden, welche sonst durch den Urin abgeschieden werden, zeigt das nicht seltene Auftreten des Gallenfetts in diesen Flüssigkeiten. Bei Hoden- und Bauchwassersucht habe ich öfter Gallenfett beobachtet. Verfolgt man diese Thatsache weiter, so zeigt sich, dass hieraus in Beziehung auf die Ursache der Krankheit ein nicht unwichtiger Schluss zu machen ist, da nothwendig eine sehr allgemein verbreitete Krankheitsursache angenommen werden muss, welche nicht allein die Nieren, sondern auch die übrigen drüsigen Organe, aber namentlich wohl auch die Leber mit ergriffen haben muss. Brugnatelli fand zuerst Blausäure, oder vielmehr Cyanverbindungen im Harn bei Wassersuchten, was von Trommsdorff u. A. bestätigt worden ist. Diese Bestätigung genügt nicht.

Der Eiweissgehalt tritt bei der Affection dieser Organe besonders häufig auf, und deshalb sehen wir ihn constant in der Brightschen Krankheit, bei chronischen Leberaffectionen, namentlich wenn diese mit Dyspepsie verbunden sind. Prout hat in einem solchen Falle einen Ueberschuss von Harnstoff gefunden. Zu Ende von hektischen Fiebern zeigt sich meist das Eiweiss in nicht unbedeutender Menge.

Viel seltener hat man im Urin Faserstoff beobachtet, und zwar merkwürdiger Weise zuweilen bei sehr schweren Krankheiten und bei sehr wenig gestörter Gesundheit. Letzteres sah namentlich Nasse. Am häufigsten finden wir wohl den Faserstoff bei Haematurie, dann aber stets mit dem leicht erkennbaren Blutfarbstoff vermischt.

Eine seltene Erscheinung ist der milchartige Urin, welcher zuweilen beobachtet ist. Am häufigsten ist es eine Emulsion von Fett, wie dies bei dem weissen Blute gleichfalls Statt findet, und kann dann sehr leicht durch Schütteln mit Aether geklärt werden; zuweilen indessen sind wirklich die Bestandtheile der Milch darin vorhanden. So fanden Petroz uud Blondeau Eiweiss und Käsestoff darin, der letztere Eiter und keinen Harnstoff (?). Nauche behauptet, bei Schwangern und Säugenden setze sich nach 30—40 Stunden aus dem Harn ein pulverförmiger Niederschlag ab, der durch Alkohol schneller hervortrete, und meint dies sogar als Diagnosticum für die Schwangerschaft anwenden zu können.

Merkwürdig sind die Veränderungen, welche der Harn in den Knochenkrankheiten erleidet, durch welche die erdige Substanz dem Organismus entzogen wird. Ich habe oben die Zusammensetzung solcher Knochen angeführt, welche sich durch die geringe Menge von phosphorsaurer Kalkerde auszeichnen, welche sie enthielten (p. 103). *) Der Urin des Kindes war anhaltend sauer, und drei Tage vor dem Tode konnte ich denselben untersuchen. Die Quantität, welche ich erhielt, war nicht bedeutend und die Untersuchung beschränkte sich nur auf einige Stoffe. Ich fand:

*) Es ist dort, Z. 4 v. u., durch einen Irrthum das Kind als ein osteomalacisches bezeichnet worden; es litt vielmehr an der Rhachitis, in welcher man Anfangs Osteomalacie zu erblicken glaubte.

Wasser	938,2
Harnstoff	27,3
Milchsäure und milchsaure Salze	14,2
Harnsäure	0,9
Phosphorsaure Kalkerde u. Magnesia	5,7
Uebrige Stoffe und Verlust	13,7
	1000,0.

Ich glaube hierdurch meine oben ausgesprochene Ansicht über die Wirksamkeit der Milchsäure in diesen Krankheiten bestätigt zu sehen.

Eine grosse Menge von Stoffen geht unverändert durch den Organismus in den Urin über, und wird wiederum ausgeschieden. Dies gilt nicht allein von Stoffen, welche keine Wirksamkeit auf den Körper ausüben, sondern auch von solchen, bei denen wir eine sehr energische Wirkung finden. Dahin gehört z. B. das Chinin. Von schwefelsaurem Chinin kann man schon nach mässigen Gaben einen grossen Theil im Urin wiederfinden, und wir wissen, welche kräftige Einwirkung diese Substanz bei gewissen Krankheiten veranlasst. Ob bei sehr grossen Gaben nur der unnütz angewendete Ueberschuss unverändert den Organismus verlässt, und die geringere wirklich wirksame Substanz zerlegt wird und dadurch wirkt, ist schwer zu entscheiden, aber unwahrscheinlich; namentlich da man oft noch keine Wirkung sieht, wenn schon unverändertes schwefelsaures Chinin ausgesondert und im Urin gefunden wird, die Wirkung aber nach Steigerung der Gaben wirklich eintritt.

Wir können die Harnausscheidung im Allgemeinen betrachten als das Mittel, neben den Salzen, welche wir jetzt unberücksichtigt lassen wollen, den Stickstoff aus dem Körper herauszuschaffen, während durch den Process des Athmens der Kohlenstoff ausgeschieden wird. Der Kohlenstoff wandelt sich in die Verbindung um, welche sich am leichtesten aus kohlenhaltigen Stoffen bei ihrer Zersetzung bildet, die Kohlensäure, der Stickstoff in das Ammoniak. Wir haben hier eine

Analogie für unzählige verschiedene Reactionen, deren Einzelnheiten durch die verschiedenen Einwirkungen zahllos verändert werden. Unterwerfen wir einen stickstofffreien Körper der Gährung (Fäulniss), so entwickelt sich Kohlensäure und Wasserstoff. Wäre eine hinreichende Menge Sauerstoff vorhanden, so würde dieser in Wasser umgewandelt werden. Ist Stickstoff in der Verbindung enthalten, so vereinigt sich der Wasserstoff mit diesem im Statu nascenti; es bildet sich Ammoniak, welches sich natürlich mit der Kohlensäure verbindet. So sehen wir bei den Zersetzungen, bei denen der Einfluss höherer Temperatur vermieden ist, diese höchst einfache Reaction. Wasserstoff ist das einzige Element, welches sich ausscheidet. Es bilden sich noch gewöhnlich andere organische Verbindungen, wie z. B. Alkohol, Milchsäure u. s. w., aber unter den anorganischen sind Kohlensäure und Ammoniak die einzigen.

Wenden wir Wärme an, so modificiren sich die Reactionen. Die Kohlensäure geht zum Theil in Kohlenoxydgas über, aber auch hier wandelt sich der Stickstoff in Ammoniak um; so dass wir immer als die einfachsten Ausdrücke der Reaction die Bildung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak ansehen können. Durch den Athmungsprocess wird eine hinreichende Menge Sauerstoff in den Organismus hineingeführt, um den Wasserstoff in Wasser zu verwandeln; die Kohlensäure wird ausgeathmet, und der Stickstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff. Ohne den Einfluss des organisirten, lebenden Körpers würde sich nun hier ebenfalls kohlensaures Ammoniak bilden. Dies geschieht jedoch nicht, sondern es bildet sich Harnstoff, welcher, wie angegeben, kohlensaures Ammoniak weniger Wasser ist.

$$\begin{array}{ll} \text{Harnstoff} & C_2\,H_8\,N_4\,O_2 \\ \text{Wasser} & \quad\;\; H_4 \quad\;\; O_2 \\ \hline & C_2\,H_{12}\,N_4\,O_4 = C_2\,O_4 + N_4\,H_{12}. \end{array}$$

Fügen wir noch 2 At. Wasser hinzu, so haben wir die Zusammensetzung von 2 At. kohlensaurem Ammoniumoxyd.

Es ist also in dem Organismus gewissermassen nicht vollständig zu der Bildung dieses Stoffs gekommen, weil seine

Elemente schon früher zu einer organischen Verbindung vereinigt worden sind, ehe alle nothwendigen Stoffe aufgenommen werden konnten. Einmal ausgeschieden aus dem Körper, wird leicht durch Wasseraufnahme und Umsetzung der Elemente die Verbindung gebildet, deren Erzeugung man von Anfang an hätte erwarten können.

An die Absonderungen, welche durch die Nieren geschehen, könnten wir unmittelbar die Erscheinungen anknüpfen, welche mit den Ausleerungen durch den Darmkanal verbunden sind; indessen wird es zweckmässiger sein, diese beim Kapitel über die Verdauung und Ernährung abzuhandeln. — Der Absonderungen durch die äussere Haut ist schon oben Erwähnung geschehen (p. 284).

Geschlechtliche Secretionen.

Die geschlechtlichen Secretionen beginnen bei den Thieren erst zu den Zeiten, in welchen sie die Mannbarkeit erlangen; und zwar werden die Organe nach und nach fähig, die Stoffe zu bereiten oder auszusondern, welche die Eigenthümlichkeit der dahin gehörigen Flüssigkeit ausmachen. Während dieser Periode wird die Constitution des Körpers wesentlich verändert; die Gewebe werden straffer, die Verknöcherungen der Knorpel nehmen zu, die Thymusdrüse verschwindet, und es hört endlich die Entwickelung des Körpers auf. Die Lebensprocesse sind nicht mehr darauf gerichtet, ihn zu vervollkommnen, sondern nur ihn zu erhalten.

Wir finden bei den männlichen Individuen jetzt die Fähigkeit entwickelt, zu befruchten, bei den weiblichen, die, befruchtet zu werden, und durch Zeugung ein gleich organisirtes Individuum hervorzubringen. Dazu ist bei den männlichen Individuen die Samenflüssigkeit, bei den weiblichen das zu befruchtende Ei nöthig, und bei den Lebendiggebährenden ein Ort, an welchem das Ei seine vollständige Entwickelung

hindurchmachen kann, der Uterus. Bei diesen bildet sich zu gleicher Zeit eine Flüssigkeit, welche zum Ernähren des Neugebornen verwendet werden soll, die Milch. Die Betrachtung des Samens, des Eies und der Milch soll uns nun zunächst beschäftigen.

Die männliche Samenflüssigkeit.

In den Hoden, welche bei den männlichen Säugethieren meistens ausserhalb der Bauchhöhle liegen, wird der Same auf eine uns ganz unbekannte Weise bereitet, oder es sondern sich die ihn bildenden Stoffe in den langen, die Drüsen bildenden Kanälchen, aus dem Blute aus und constituiren die Samenflüssigkeit. Ob diese Stoffe schon in dem Blute wirklich fertig gebildet sind, wie z. B. die Substanzen, die wir im Harn finden, ob sie sich erst vor ihrem Ausscheidungsakte zu den neuen Verbindungen vereinigen, dies zu entscheiden, möchte zu den schwierigsten Aufgaben der physiologischen Chemie gehören. Wenn wir aus der Analogie mit dem Harn schliessen sollten, so müssten wir das erstere annehmen; dagegen aber müssen wir erinnern, dass alle Stoffe des Harns wirkliche Excremente sind, welche sich als nutzlos für den Organismus zeigen und aus diesem Grunde ausgestossen werden müssen, dass hingegen die Samenflüssigkeit, weit entfernt ein Excrement darzustellen, vielmehr ein Secret bildet, welches Leben hervorruft und auf eine unbegreifliche und geheimnissvolle Weise einzig und allein Functionen verrichtet, an welcher jede Nachahmung scheitert.

Wir haben gesehen, dass nach Exstirpation der Nieren die Stoffe, welche sonst durch diese Organe ausgeschieden werden, sich in dem Blute in Massen, die leicht zu entdecken sind, anhäufen. Dies tritt nicht bei der Exstirpation der Hoden ein. Sowohl nach der Castration von Knaben, ehe sie in die Pubertätsjahre eingetreten sind, als nach der von erwachsenen Männern finden wir niemals eine Anhäufung der Samenstoffe in dem Blute.

Freilich sind dieselben auch schwierig zu entdecken, doch

würden sie durch eine bedeutende Anhäufung sich dennoch erkennen lassen, und man könnte deshalb glauben, es seien diese Verbindungen wirklich nur Erzeugnisse der Hoden; dagegen spricht hinwieder, dass bald nach der Castration in der That noch Befruchtung möglich ist, wie Cooper einige Fälle anführt. Dieses Beweismittel ist jedoch aus den natürlichsten Gründen eines der unzuverlässigsten, und man kann dagegen wieder einwenden, dass die lebenden Spermatozoen im Blute enthalten sein müssten, wenn der Same selbst darin enthalten ist, obwohl diese als unentwickelte Eier sich darin befinden können, zu klein, um durch unsre Hülfsmittel wahrgenommen werden zu können. So schwanken die Beweismittel hin und wieder, und es wird, wie gesagt, schwierig sein, ein entscheidendes zu finden.

Ich will nur noch bemerken, dass, wenn wirklich der Stoff des Samens im Blute enthalten sein sollte, diese durch Exstirpation der Hoden keineswegs im Blute angehäuft zu werden brauchen. Es sind Stoffe, welche nicht dem Organismus fremd sind und deshalb ausgeschieden werden, es sind vielmehr assimilirbare Stoffe, sie werden von dem Organismus wieder aufgenommen, sie werden wieder in die Körpersubstanz verarbeitet und aus dem Blute entfernt, um nicht aus dem Organismus entfernt zu werden.

Wir sehen daher gewöhnlich die Castraten nach und nach fett werden, während durch Samenverschwendung Abmagerung einzutreten pflegt. Jenes Fettwerden hat eine gewisse Analogie mit dem der Frauen, wenn sie in das Alter kommen, in welchem sie aufhören, menstruirt zu werden.

Die chemische Zusammensetzung der Samenflüssigkeit ist nicht mit der Genauigkeit untersucht worden, welche die Wichtigkeit des Gegenstandes wohl verdient hätte. Die Gelegenheit, sich grosse Mengen davon zu verschaffen, ist nicht häufig; bei Personen, welche an Samenfisteln leiden, kann man sie in sehr grosser Quantität erhalten. Vauquelin, Jordan und John haben sich namentlich mit den Untersuchungen hierüber beschäftigt; ihre Resultate, so wenig zureichend sie auch sind, werde ich in Folgendem zu Grunde legen.

Die Samenflüssigkeit, welche gewöhnlich gemengt mit der Prostataflüssigkeit aufgefangen wird, unterscheidet sich von dieser durch eine dickere und zähere Beschaffenheit. Sie enthält eine zahllose Menge von Infusionsthieren, von denen man in dem Succus prostaticus keine Spur findet. Die alkalische Reaction scheint diesem letzteren eigenthümlich zu sein. Den eigenthümlichen Geruch, den der Same entwickelt, besitzt die Prostataflüssigkeit nicht. Dieser Geruch ist sehr charakteristisch, und hat zuweilen selbst in gerichtlichen Untersuchungen ein Argument abgegeben. Kommt es darauf an zu entscheiden, ob ein Flecken, z. B. in einer Leinwand, von Samen herrühre oder nicht, so kann man das herausgeschnittene befleckte Stück mit Wasser in einer kleinen Retorte destilliren. Der Geruch des Samens hängt dem übergehenden Wasser ganz deutlich und charakteristisch an. Der Versuch gelingt noch, wenn auch die Befleckung seit mehreren Jahren geschehen ist (Orfila).

Lässt man den ergossenen Samen einige Zeit lang stehen, so klärt sich die trübe Masse; nach 20 Minuten wird sie fast ganz dünnflüssig und lässt sich mit Wasser mischen. Die Spermatozoen fahren zum Theil dabei fort, sich zu bewegen; der grössere Theil ist todt; nach einer Stunde ist die Substanz bis auf wenige Flocken ganz flüssig; die Thiere sind grösstentheils todt. Lässt man ihn sogleich in Wasser fallen, so zertheilt er sich fadenartig, aber auch hier löst er sich nach einiger Zeit auf. In dem von selbst flüssig gewordenen Samen bilden sich nach einiger Zeit kleine Krystalle, welche wahrscheinlich aus phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia bestehen. Eingetrocknet bleiben 10% feste Substanz zurück, von dem 3% das Salz darstellen, 1% Natron ist und 6% eine eigene extractartige Materie bildet.

Durch Alkohol, auch ziemlich verdünnten, wird die Samenflüssigkeit coagulirt. Dann gerinnt sie zu Fäden, welche sich knäuelförmig zusammenballen. Es scheint dies zu zeigen, dass der Samen aus dem Ductus ejaculatorius fadenförmig herausgetrieben wird, und sich in der Harnröhre nicht zu einer homogenen Masse vereinigt, sondern sich nur gewisser-

massen zusammenklebt. Dieses fadenartige Gerinsel bildet sich auch, wenn man den flüssig gewordenen Samen mit Alkohol übergiesst. Der Alkohol zieht einen Theil der organischen Substanz aus und lässt die eigenthümliche Samenmaterie ungelöst zurück, der dadurch die Eigenthümlichkeit, sich zu verflüssigen, genommen wird. Hierin stimmt sie mit dem Eiweiss überein. Mit diesem zeigt sie auch Analogie in der Zusammensetzung. Bei der Untersuchung der Samenflüssigkeit eines Hundes, von der mir indessen nur wenig zu Gebote stand, zeigte der in Alkohol unlösliche Theil, welcher nachher mit Wasser ausgewaschen wurde, fast die Zusammensetzung des Proteïns.

Trocknet man den in Alkohol unlöslichen Theil, den wir das *Spermatin* nennen können, so behält er seine fasrige Struktur, wird ganz weiss, quillt in Wasser auf, und löst sich in diesem nach anhaltendem Kochen zum Theil auf. Dieses Wasser verdunstet, hinterlässt eine Substanz, welche in kaltem Wasser sich nur zum Theil löst, während der Rest aufquillt und sich in kochendem Wasser löst. Beide Lösungen werden von Gallustinctur stark gefällt. Schwefelsäure und Essigsäure lösen das in Alkohol Unlösliche zum Theil auf; Salpetersäure färbt es in der Kälte nur gelb und löst es in der Wärme auf. Kaustische Kalilauge erweicht die Substanz und löst sie nach dauernder Erhitzung auf. Essigsäure fällt nichts aus der Lösung. Wird diese eingetrocknet und das Salz durch Alkohol aufgenommen, so bleibt die thierische Substanz fast völlig zurück. In Wasser gegossen sinkt die Samenflüssigkeit unter, zertheilt sich beim Umrühren in viele Fäden, welche sich, nach Entfernung des Wassers in Essigsäure leicht lösen. Im Wasser gelassen, löst sie sich fast völlig bis auf wenige Flocken auf, die auch in Essigsäure fast unlöslich sind. — Die ferneren Angaben, welche wir über das Verhalten dieser Substanzen haben, sind ziemlich ohne bedeutenden Werth; sie zeigen im Allgemeinen, dass das Spermatin einige Aehnlichkeit mit dem Fibrin besitzt, von dem es sich durch seine Löslichkeit in Salpetersäure und Schwerlöslichkeit in Kali unterscheidet.

Weibliche geschlechtliche Secretionen.

Die eigenthümlichen weiblichen Secretionen hängen innig mit der geschlechtlichen Thätigkeit des Organismus zusammen, und treten, wenn wir die Menstruation, welche nur bei den Menschen vorkommt, ausnehmen, erst in der Schwangerschaft selbst auf. Wir wollen hier die Entwickelung des Eies und die Milchsecretion besonders betrachten.

Das Ei.

Das Ei der Vögel besteht, wenn es gelegt worden ist, bekanntlich wesentlich aus drei verschiedenen Substanzen, der Schale, dem Weissen und dem Gelben.

Die Schaale, welche theils farblos, theils und hauptsächlich durch Eisenverbindungen gefärbt erscheint, besteht bei den verschiedenen Vogelarten aus verschiedenen Mengen von erdigen Bestandtheilen und einem thierischen Bindemittel. Ich fand die Menge des letzteren schwankend zwischen 5 und $2\frac{1}{2}$ %. Man kann letzteres fast völlig von dem ersten durch Ausziehen mit verdünnter Salzsäure trennen. Dabei treten sehr deutlich die Poren hervor, welche man bei den grösseren Eiern, denen des Strausses und selbst denen der Hühner, sogleich wahrnehmen kann, bei den kleinen aber hierdurch leicht sichtbar machen kann. Legt man das Ei unter die Luftpumpe unter Wasser, so entwickelt sich aus dem Ei bei dem Evacuiren sogleich eine Menge Luft. Dies beweist die Communication des Innern des Eies mit der äussern Luft, welche zum Ausbrüten nothwendig ist. Trotz dieser Communication mit der äussern Luft ist die im Ei enthaltene doch anders zusammengesetzt, da sie 21—23 % Sauerstoff enthält. (Bischof). Schwann fand bei seinen Untersuchungen, dass das Ei unbeschadet seiner Entwickelung die ersten 24 Stunden des Ausbrütens im Stickgas, selbst im luftleeren Raum verweilen dürfte, dann aber in die Luft gebracht werden müsste.

Dauert das Verweilen 30 Stunden, so ist die Lebenskraft vernichtet. Die Schaale der Hühnereier selbst besteht aus 89,6% kohlensaurem Kalk; 5,7 phosphorsaurem Kalk mit Magnesia, 4,7 des animalischen, schwefelhaltigen Bindemittels (Vauquelin). Prout fand kohlensauren Kalk 97 Th., phosphorsauren Kalk 1 Th. und 2 Th. der thierischen Substanz.

Durch Ausziehen der Schaale mit Alkohol oder Aether erhält man eine kleine Quantität Fett, welche leicht zu verseifen ist. Die unter der Schaale liegende feste Haut, Membrana putaminis, welche $2\frac{1}{3}$ Tausendtheil vom Gewichte des Eies beträgt, enthält eine kleine Menge Collagen, und hinterlässt beim Einäschern etwas phosphorsauren Kalk.

Die von dieser Haut umschlossene Substanz ist das Weisse des Eies, welches in einer fächerartig construirten Membran eingeschlossen ist, so dass es ausgeschlagen nicht zerfliesst, sondern scheinbar ein Coagulum bildet, sich auch nicht filtriren lässt, ehe man nicht im Mörser diese Zellen zerrieben hat, und auch dann noch sehr schwierig. Vom Eigelb durch eine sehr dünne Haut getrennt, ist das Weisse an der Grenze eine concentrirtere Auflösung des Eiweisses im Wasser als an der Schaale. Im Ganzen enthält es gegen 14% Albumin. Bis zu + 75° erhitzt, gerinnt es, indem es mehr als 80% Wasser einschliesst. Dabei entwickelt es einen eigenthümlichen Geruch, welcher eine schwache Entwickelung von Schwefelwasserstoff verräth (p. 237). Kochsalz und Natron sind in dem Eiweiss enthalten, von denen das letztere sich in Verbindung mit dem Albumin befindet, und nach der Coagulation durch Wasser ausgezogen werden kann, während Alkohol etwas Fett nebst einer extractartigen Substanz daraus aufnimmt.

Die Eigenschaften des Albumins sind schon oben (p. 232) angeführt worden, wie auch seine Zusammensetzung; hier ist nur noch hinzuzufügen, dass das Eiweiss im Serum des Bluts sich von dem der Eier in seinem Verhalten gegen Terpenthinöl und Aether dadurch unterscheidet, dass dieses, mit diesen Substanzen geschüttelt, coagulirt wird, während es beide Flüssigkeiten einsaugt, woraus sich die Flüssigkeit allmälig klar ausscheidet, ohne später durch Hitze zu gerinnen. Das

Serumalbumin hingegen bleibt mit beiden Substanzen in Auflösung. Man sieht also, dass zwischen beiden Eiweissarten wirklich eine Verschiedenheit statt findet, welche jedoch höchst unbedeutend nur sein kann.

Durch eine dünne Haut getrennt, welche mit den Membranen des Eiweisses durch zwei Bänder, Chalazae genannt, vereinigt ist, liegt im Weissen das Gelbe des Eies, gleichfalls grossentheils aus Albumin bestehend. Prout fand 54 Theile Wasser, 17 Theile Albumin und 29 Theile Oel darin. Eine flüchtige freie Säure ist in geringer Menge darin vorhanden. Aus dem coagulirten und dem erhitzten Eigelb kann das Oel ausgepresst werden, ist aber dann sehr verändert, und wird leicht ranzig (Oleum ovorum der Pharmaceuten). Lecanu fand in dem Oel $\frac{10}{30}$ des Gewichtes eines festen nicht verseifbaren Fettes, welches bei + 145° schmolz, und welches er für Cholestearin erklärt. Wie die Fette des Gehirns enthält das Oel auch Phosphor, vielleicht gleichfalls als Oleophosphorsäure.

Die genaue Untersuchung des Eigelbs wird ohne Zweifel interessante Thatsachen ergeben.

Das ganze Ei besteht nach Prout in 1000 Theilen aus

Schaale mit Haut	87,5—119,5
Weisse des Eies	516,0—640
Eigelb	260,0—380.

Im Mittel aus zehn Versuchen,

Schaale mit Haut	106,9
Weisse des Eies	604,2
Eigelb	288,9.

Während der Bebrütung des Eies gehen merkwürdige Metamorphosen mit demselben vor, welche in die Entwickelungsgeschichte gehören, und deren Betrachtung uns hier zu fern liegt. Die chemischen Erscheinungen sind von Prout besonders untersucht worden, und seine Angaben werde ich hier folgen lassen.

Um die Veränderungen des Eies genau untersuchen zu können, war es natürlich nothwendig, zuerst die Zusammensetzung desselben zu kennen. Die anorganischen Bestandtheile

zu ermitteln, war sehr schwierig, und Prout musste besondere Umwege dazu einschlagen. Er fand in drei Versuchen im

Eiweiss

	1.	2.	3.
Schwefelsäure .	0,29	0,15	0,18
Phosphorsäure	0,45	0,46	0,48
Chlor (als Chlorkalium und Chlornatrium)	0,94	0,93	0,87
Kali, Natron (zum Theil als Carbonat)	2,92	2,93	2,72
Kalkerde, Magnesia (z. Theil als Carbonat)	0,30	0,25	0,32

Eigelb.

Schwefelsäure	0,21	0,06	0,19
Phosphorsäure	3,56	3,50	4,00
Chlor (wie oben)	0.39	0,28	0,44
Kali, Natron (wie oben)	0,50	0,27	0,51
Kalkerde, Magnesia (wie oben)	0,68	0,61	0,67

Während des Bebrütens, auch in der Brütmaschine, verliert das Ei an Gewicht, und zwar unter der Henne nach einer Woche $\frac{1}{20}$ des Gewichts. Dabei verändert sich das Albumin, besonders am breitern Ende des Eies. Das Gelbe nimmt, ohne dass die umgebende Haut zerreisst, zu, und verliert dabei seinen Oelgehalt, behält hingegen seinen Phosphorgehalt, und nimmt die salzigen Bestandtheile des Albumins auf. Die Modificationen, welche Prout beobachtet hat, habe ich in folgender Tabelle zusammengestellt.

Zeit der Bebrütung.	Procent. Verlust.	Auf 1000 Theile des Eies. Unveränd. Albumin.	Modificrt. Albumin.	Amniosflüssigkt., Häute, Gefässe.	Neugebildeter Embryo	Eigelb.	Schaale u. Verlust.	Das Gelbe enthält:
Eine Woche	7—8	232,8	179,8	97	22	301,3	167,1	0,6 Chlor, 0,8 Alkali.
Zwei Wochen. *) 17 Tage	13	175,5		273,5	70	250,7	230,3	Schwefelsäure 0,10; Phosphorsäure 2,50 Chlor, 0,30 Alkali (z.Th. Carbonat) 0,56 Kalkerde, Magnesia 0,75. Amniosflüssigk. enthält: Schwefelsäure 0,34; Phosphors. 1,70; Chlor 0,65; Alkali 2,40; Kalk, Magnesia 1,10.
Drei Wochen **) Beendigung der Bebrütung.	16	Rückstand im Eiweiss		29,5	555,1	167,7	247,7	

*) Der Embryo hat an Grösse zugenommen, das Albumin ebensoviel verloren. Das modificirte ist verschwunden; das unveränderte wird durch Kochen härter. Die Grösse und Consistenz des Gelben ist die ursprüngliche geworden; die Knochenbildung nimmt zu, der Phosphorgehalt des Gelben dagegen ab.

**) Das Eiweiss ist bis auf wenige trockene Häute und erdigen Rückstand geschwunden; das Gelbe ist vom Abdomen des Jungen eingenommen. Chlor und Alkali haben fortwährend abgenommen. Erdsalze sehr zugenommen.

Die völlig ausgebrüteten Eier zeigten die in folgender Tabelle zusammengestellte Zusammensetzung; es wurden zwei Eier untersucht.

In 1000 Theilen.

	I.					II.				
	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Chlor.	Kali, Natron, z. Th. Carbonat.	Kali, Magnesia, zum Theil Carbonat.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Chlor.	Kali, Natron, z. Th. Carbonat.	Kali, Magnesia, zum Theil Carbonat.
Rückstand von Eiweiss u. den Häuten.	0,04	0,12	0,09	0,23	0,12	0,03	0,13	0,09	0,25	0,12
das Thier.	0,44	3,02	0,55	2,26	2,58	0,21	2,71	0,68	2,12	2,60
das Eigelb	0,04	1,06	0,03	0,06	1,26	0,02	1,23	0,06	0,03	1,10
Summa	0,52	4,20	0,67	2,55	3,96	0,26	4,07	0,83	2,40	3,82
Summa derselben in zwei frischen Eiern.	0,50	4,10	1,33	3,42	0,98	0,37	4,48	1,31	3,23	0,99

Diese Vergleichung giebt uns einen sehr guten Anhalt um die Veränderungen beurtheilen zu können, welche in Beziehung auf die Stoffe beim Bebrüten mit den Eiern vor sich gehen. Prout hat folgende allgemeine Resultate daraus geschlossen.

1) Das relative Verhältniss der Bestandtheile des Eies ist veränderlich. 2) Das Ei verliert beim Bebrüten $\frac{1}{6}$ seines Gewichts, oder 8 mal so viel als sonst während derselben Zeit. 3) Das Eigelb giebt zu Anfang dem Eiweiss seinen Oelgehalt ab, wodurch dies der geronnenen Milch ähnlich wird; dagegen nimmt das Eigelb Wasser nnd Salze auf. 4) Das Gelbe verliert diese Stoffe in den späteren Perioden, kehrt zu seinem ursprünglichen Umfange zurück, schwindet endlich etwas und verliert fast seinen ganzen Phosphorgehalt, welcher mit der Kalkerde der Schaale die Knochenerde des Jungen bildet. Ueber den Ursprung der Erden, welche im Jungen sind, hat man früher die eigenthümlichsten Ansichten gehabt. Sie rühren jedoch stets aus der Schaale her. Es ist nicht selten behauptet worden, es erzeugten sich diese Stoffe durch den Lebensprocess des Thiers, indessen gilt hier das schon über die Bildung der Elemente in den Pflanzen gesagte (p. 17 ff.). Nicht vor langer Zeit ist eine besondere Frage, namentlich von Pfaff, aufgeworfen worden, über den Ursprung des Eisens im ausgegebrüteten Hühnchen. Es soll dies mehr von diesem Element enthalten, als das Ei. Die Versuche, auf welche diese Angaben bauen, bedürfen kaum der Widerlegung.

Lässt man das Ei bei gewöhnlicher Temperatur lange Zeit liegen, so trocknet es nach und nach aus; dabei verliert es innerhalb zweier Jahre durchschnittlich täglich $\frac{3}{4}$ Gran. Ein Ei von $907\frac{1}{2}$ Gran wog nur noch $544\frac{1}{3}$ Gran. In Wasser gelegt absorbirt es dasselbe, und erlangt so ziemlich seine vorige Beschaffenheit. Es fault dabei nicht. Soll es unverändert aufbewahrt werden, so legt man das Ei in eine sehr dünne Kalkmilch, dann kann es jahrelang zum Genuss conservirt werden. Durch das Kochen mit Wasser verliert das Ei 2—3$\frac{0}{0}$ an Gewicht, welche zum Theil aus ausgezogenen Salzen bestehen, die sich im Wasser wiederfinden und

kaustisches, schwefelsaures, phosphorsaures Natron, Kochsalz, Kalkerde, Magnesia und eine Spur thierischer Substanz darstellen. Kohlensaurer Kalk der Schaale beträgt jedoch das Meiste.

Entwickelung des Säugethieres.

Weniger als die Entwickelung des bebrüteten Eies ist die Veränderung des Foetus des Säugethieres der Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen, und wenn wir die anatomische und physiologische Entwickelungsgeschichte durch ebenso gründliche als mit glücklichem Erfolge gekrönte Untersuchungen haben kennen gelernt, so können wir nur sagen, dass die chemischen Forschungen weit hinter diesen zurückgeblieben sind. Die Beobachtung ist hier aber auch besonders schwierig, und erfordert einen ebenso geschickten Anatomen und Physiologen als Chemiker.

Ohne näher auf den Entwickelungsprocess des Eies eingehen zu wollen, sei hier nur erwähnt, dass das vom Ovarium losgelöste, durch die Trompete in den Uterus gelangte Eichen, sich dort, nachdem es befruchtet worden ist, befestigt, und das eigenthümliche Gefässsystem, die Placenta entwickelt, während es später nur mittelst des Nabelstrangs mit dem Uterus selbst zusammenhängt. Umflossen von einer Flüssigkeit nimmt es gleichmässig mit dieser und den Eihäuten zu, bis es zur Geburt ausgebildet ist, wo dann die Häute bersten, das Fruchtwasser, Liquor amnii, ausfliessen lassen, und der Foetus die Mutter verlässt. Manche Thiere besitzen noch eine zweite sie umgebende Haut, ausser dem Amnium, die Allantoïs, welche beide durch eine wässrige Flüssigkeit getrennt sind, die den Harn des Foetus darstellt. Es steht dieser Zwischenraum durch den Urachus mit der Harnblase des Foetus in Verbindung. Nach der Geburt verschwindet dieser Kanal. Dem Menschen fehlt das Allantoïs. In chemischer Beziehung ist die Ernährung des Foetus interessant, und der Process, welcher die Respiration vertritt; hiervon unten. Jetzt

wollen wir nur die Zusammensetzung der erwähnten Flüssigkeit betrachten.

Die Amniosflüssigkeit ist von mehreren Chemikern untersucht worden, aber mit sehr verschiedenen Resultaten, und namentlich differiren die Angaben von Fromherz und Gugert so sehr von denen, welche Voigt macht, dass es nöthig ist, den Gegenstand noch einmal aufzunehmen. Es ist nicht ohne Schwierigkeit, reine Amniosflüssigkeit zu erhalten, da sie nicht selten mit verschiedenen bei der Geburt abgehenden Flüssigkeiten verunreinigt ist; am besten ist es, wenn es gelingt, die Blase, in welcher die Flüssigkeit eingeschlossen ist, zu unterbinden, und sie so herauszubringen.

Fromherz und Gugert erhielten namentlich Käsestoff, Speichelstoff und Albumin, neben Kochsalz, phosphorsaurem, schwefelsaurem und kohlensaurem Natron, schwefelsaurem Kalk, Kalisalzen, phosphorsaurer Kalkerde und einer Kalkverbindung, welche, trotz der Alkalität der Flüssigkeit darin, vermittelst einer thierischen Substanz aufgelöst bleiben. Kali schlägt sie nieder, indem es die thierische Verbindung zum Theil aufnimmt. Die Schwefelsäure und kohlensauren Salze sind wahrscheinlich erst beim Verbrennen gebildet.

Die Stoffe, welche namentlich unsre Aufmerksamkeit verdienen, und welche diese Chemiker angeben, sind jedoch die Benzoësäure und der Harnstoff. Wir dürfen kaum zweifeln, dass die erstere, wenn sie wirklich darin gefunden ist, Hippursäure sei; dass aber der letztere in der That sich darin findet, davon sind die Beweise, welche sie angeben, so wenig schlagend, dass es nöthig ist, sie zu bestätigen.

Von Voigt's Angaben weichen diese sehr ab, was vielleicht daher kommen kann, dass Voigt die Flüssigkeit schon im 4ten bis 6ten Monat der Schwangerschaft untersucht hat, jene aber nach der Geburt.

Die Flüssigkeit ist unklar, voller käsiger Flocken, herrührend von der Vernix caseosa; sp. G. der filtrirten Flüssigkeit 1,005, mit einem festen Rückstande zwischen 1,2 — 1,66 $\frac{0}{0}$. Voigt fand die aus dem 4ten Monate herrührende Flüssigkeit klar, stark schäumend, neutral und von spec. G. 1,0182. Im

6ten Monate war sie trübe, gelblich, durch Filtriren nicht zu klären. Sp. G. 1,0092. Die Bestandtheile beider:

	4ten Monat.	6ten Monat.
Alkoholextract mit milchs. Natron	3,69	0,34
Albumin	10,77	6,67
Kochsalz	5,95	2,40
Schwefels. u. phosphors. Kalk u. Verlust	0,14	0,30
Wasser	979,45	990,29.

Käsestoff, Speichelstoff, Harnstoff, Hippursäure, Benzoësäure, kohlensaures Ammoniak, Schwefelammonium konnte nicht gefunden werden. Eben so wenig fand Voigt Harnstoff in der Amniosflüssigkeit einer Stute.

Vauquelin und Buniva untersuchten das Fruchtwasser der Kuh, und fanden darin das Allantoïn, welches sie Amniossäure nannten. Sie hatten jedoch, wie Dzondi später zeigte, ein Gemenge von der Amnios- und Allantoïsflüssigkeit genommen, und jener Stoff rührte aus der letztern her.

Jedenfalls geht aus den noch nicht mit gehöriger Schärfe angestellten Untersuchungen hervor, dass die Flüssigkeit sich während der Entwickelung des Foetus sehr stark verändert, und es scheint, als ob dieselben wenigstens zum Theil als Ernährungsmittel für den Foetus dienten. Was die Allantoïnflüssigkeit und den charakteristischen Stoff, das Allantoïn betrifft, so ist schon oben, p. 305, davon ausführlich die Rede gewesen.

Die Milch.

Aus einem eigenthümlichen Organe des weiblichen Geschlechts der Säugethiere wird während der Schwangerschaft und gleich nach der Geburt des Kindes eine eigenthümliche Flüssigkeit abgesondert, die Milch, welche zum ersten Nahrungsmittel des Kindes dient, wozu sie durch ihre chemische Zusammensetzung namentlich geeignet ist. Die Verschiedenheit, welche sie bei den verschiedenen Thierklassen zeigt, ist unbedeutend, und in keiner finden wir einen besonderen, eigenthümlichen Stoff. — Sie stellt eine weisse, nicht ho-

mogene Flüssigkeit dar, welche eine wässerige Emulsion von Käsestoff, Milchzucker, Milchsäure, Extractstoffen, Salzen und Butter ist. Im normalen Zustande röthet die Milch das Lakmuspapier, wegen des Antheils an freier Milchsäure, doch schwankt diese Eigenschaft nach der genommenen Nahrung, so dass z. B. bei Stallfütterung die Kuhmilch sauer, bei Wiesenfütterung alkalisch ist. Sie enthält 10—12$\frac{0}{0}$ feste Bestandtheile, welche bei 100° zurückbleiben. Ihr spec. G., welches etwas höher, als das des Wassers ist, beträgt circa 1,025.

Die Bestandtheile der Milch, welche ihre Eigenschaften bedingen, sind folgende:

1. Butter. Lässt man die Milch längere Zeit an der Luft stehen, so setzt sich auf der Oberfläche derselben der sogenannte Rahm ab, welcher ein geringeres sp. G. besitzt, als die Milch. Er besteht aus Butter und Käsestoff nebst etwas eingeschlossener Milch; durch anhaltendes Schütteln (Buttern) vereinigen sich darin kleine farblose oder schwach gelbliche Klümpchen, die Butter, während der Käsestoff aufgelöst bleibt. Lange hat man geglaubt, dass der Zutritt der Luft und des Sauerstoffs dazu nothwendig erfordert werden, jedoch mit Unrecht. Macaire Prinsep hat gezeigt, dass im Vacuum, wie in allen Gasarten, welche die Milch nicht zersetzen, die Butterbereitung vorgenommen werden kann. Die Butter ist in mikroscopischen Kügelchen in der Milch und namentlich im Rahm vertheilt, welche sich beim Schütteln mechanisch aneinander kleben, und sich auf diese Weise lavinenartig vergrössern. Man befreit sie von der Buttermilch und dann bietet sie ein Fett von den bekannten Eigenschaften dar. Um sie schmackhafter zu machen und vor dem Verderben zu schützen, pflegt man ihr etwas Salz beizumischen; auch betrügerischer Weise, um ihr Gewicht zu vermehren. Durch Waschen mit Wasser scheidet man das Salz leicht wieder ab.

Im gewöhnlichen Zustande ist die Butter noch nicht rein; sie enthält noch gegen $\frac{1}{6}$ ihres Gewichts an Buttermlich eingeschlossen. Um diese zu trennen, schmilzt man sie in einem hohen Cylinder bei + 60°; dabei scheidet sich die Butter

oben aus. Diese giesst man sodann in 40° warmes Wasser, mit dem man sie so lange schüttelt, bis alles Auflösliche ausgezogen ist. Das Fett sammelt sich alsdann ziemlich farblos auf der Oberfläche des Wassers an. Schnell bis — 13° abgekühlt, erhält sie ihr ursprüngliches Ansehen. Die von dem Futter herrührende gelbe Farbe wird zum Theil durch Wasser, zum Theil durch Filtriren durch Kohlenpulver entfernt; es scheint der unveränderte Farbstoff der frischen Kräuter und Blumen zu sein. Das geschmolzene Fett kann bis auf + 26° abgekühlt werden, ohne zu erstarren; durch Erschütterung erstarrt es sogleich, während die Temperatur auf 32° steigt. 100 Th. kochender Alkohol lösen nur 3,5 Th. Butter auf. Alkalien verseifen sie sehr leicht. Von Aetzkali bedarf man nur $\frac{4}{10}$ des Gewichts.

Chevreul fand bei seiner denkwürdigen Untersuchung über die thierischen Fettarten, dass die Butter nicht, wie man früher geglaubt hatte, eine einfache Verbindung sei, sondern ein Gemenge von verschiedenen Fettarten. Durch Verseifen kann man diese in Fettsäuren scheiden, welche nicht so schwierig zu trennen sind, als die Fettarten selbst. In neuer Zeit sind diese Fettarten von Bromeis untersucht worden. Lässt man die gereinigte Butter lange Zeit bei 20°, dann bei 15° stehen, so sondert sich in sternförmigen Gruppen das Talg aus, welches stark ausgepresst und von den anhängenden andern Fettarten befreit, endlich bei + 48° schmilzt, und sich als reines Margarin erweist. Bei der Verseifung entwickelt sich gewöhnlich ein sehr widriger Geruch, von der geringen Menge andrer anhängender Fettarten herrührend Das abgepresste Oel enthält eine eigenthümliche Säure, die Butterölsäure, welche aus $C_{34}\ H_{60}\ O_4 + Aq.$ besteht, und endlich eine geringe Quantität von Buttersäure, Capron- und Caprinsäure. Stearin enthält die Butter gar nicht. Nach Bromeis Analyse besteht die Butter ungefähr aus folgenden Verhältnissen, wobei zu bemerken, dass alle Fettsäuren an Glyceryloxyd (Oelsüss) gebunden sind.

Margarinsaures Glyceryloxyd	68
Butterölsaures -	30
Butters., caprins., capronsaur. Glyceryloxyd	2

Die Zusammensetzung und Eigenschaften einiger dieser Verbindungen wollen wir hier noch betrachten.

Die Zusammensetzung der Butterölsäure hat eine gewisse Relation zu der der Oelsäure. Diese besteht aus C_{44} H_{78} O_4 + Aq. Beide Säuren stimmen darin überein, dass sie, abweichend von den meisten andern Fettsäuren, nicht 3, sondern 4 At. Sauerstoff enthalten; ferner unterscheiden sie sich von einander fast nur durch die verschiedene Sauerstoffmenge, denn $C_{44} : H_{78}$ ist fast genau gleich $C_{34} : H_{60}$, so dass wir die Butterölsäure gewissermassen als die höhere Oxydationsstufe der Oelsäure betrachten können. Ebenso ist die Margarinsäure der Butterölsäure in der Zusammensetzung sehr nahe stehend. Sie enthält C_{34} H_{66} O_3 + Aq., so dass wir gleichfalls vermuthen dürfen, die Margarinsäure verwandele sich auch durch Oxydation in die Butterölsäure. Indem 4 At. Sauerstoff hinzutreten, so werden 3 At. mit 6 At. H. zu Wasser vereinigt, das ausgeschieden wird, während 1 At. O. gebunden bleibt.

Wenn gleich in geringerer Menge in der Butter enthalten, als die genannten Substanzen, so ist doch die Buttersäure in mehrfacher Beziehung höchst interessant. Lange Zeit glaubte man, diese Verbindung sei allein das Produkt der Thätigkeit des thierischen Organismus, und war über ihre Entstehung, wie überhaupt die Bildung der Fettarten im thierischen Körper sehr im Dunkeln. Bei dem Capitel von der Ernährung werde ich hierüber weitläufiger sprechen; hier will ich nur anführen, dass die Meinungen der Chemiker hauptsächlich sich darin spalten, dass die Einen annehmen, das Fett, welches der thierische Körper enthalte, sei schon fertig gebildet in der Pflanze enthalten, während die Anderen der Meinung sind, dieses Fett entstehe im Organismus aus einer Anzahl verschiedener Stoffe, z. B. dem Zucker, dem Amylum u. s. w. Die Unmöglichkeit, diese Verbindungen aus andern hervorzurufen, war, wenn auch kein sicheres Argument für die

erstere Ansicht, doch eine Stütze mehr für dieselbe als für die zweite.

Vor mehreren Jahren schon hatte ich die Buttersäure in dem gegohrenen Milchsafte des Kuhbaums entdeckt, ohne die Bedingungen zu kennen, unter denen sie gebildet worden war. Später sah Noellner bei der Gährung des weinsauren Kalks eine Säure sich bilden, welche er Pseudoessigsäure nannte, welche Berzelius jedoch für Buttersäure erkannte. Diese Thatsachen standen sehr vereinzelt, und wurden durch das merkwürdige Erscheinen der Buttersäure in dem Tabacksrauch, wo sie Zeise auffand, vermehrt, bis Pélouze und Gélis ihre Bildung bei der Gährung des Zuckers in grösster Menge nachwiesen. Auf diese Weise kann man sich diese Säure aus dem Traubenzucker in grösster Menge bereiten. Ebenso fanden Erdmann und ich bei der Gährung von Hülsenfrüchten, Weizen, Hafer u. s. w., gleichfalls die Entstehung der Buttersäure. Sie bildet sich, wie es scheint, unter allen diesen Verhältnissen aus Zucker oder Amylum, und den stickstoffhaltenden Substanzen, und zwar stets unter Wasserstoffentwicklung.

Die Zusammensetzung der Buttersäure, wie sie Pélouze angegeben hat, ist $C_8 H_{14} O_3 + Aq$. Wir sehen daraus, dass dieselbe aus dem Traubenzucker sich unter Entwickelung von Kohlensäure und Wasserstoff bilden muss.

Traubenzucker Buttersäure.

$$C_{12} H_{28} O_{14} = C_8 H_{14} O_3 + H_2 O + 4 C O_2 + 8 H + 2 H_2 O.$$

Die Buttersäure, welche sehr flüchtig ist, lässt sich leicht an Basen binden, und ist dann namentlich im Barytsalz sehr leicht zu erkennen, schon durch die Eigenthümlichkeit desselben, auf Wasser geworfen, eine solche drehende Bewegung anzunehmen, wie der Campher; die Leichtigkeit, mit welcher die Säure durch Alkohol und Schwefelsäure ätherificirt wird, und der charakteristische Ananasgeruch des Aethers giebt gleichfalls ein sehr gutes Erkennungsmittel.

Die Bildung der künstlichen Buttersäure hat für die chemische Theorie der Ernährung und namentlich der Fettbildung eine besondere Wichtigkeit, besonders da es gelungen ist, aus Buttersäure und Glycerin ein der Butter ähnliches Fett

herzustellen (Pélouze). Das Butyrin, Capron und Caprin sind in der Butter in wechselnden Verhältnissen vorhanden, daher auch die Consistenz derselben sehr wechselnd ist. Die Benutzung der Butter als Nahrungsmittel ist bekannt; man wendet sie in drei verschiedenen Zuständen an, entweder roh und fest oder geschmolzen, und endlich als sogenannte braune Butter; gewöhnlich gemischt mit amylumhaltigen Nahrungsmitteln.

2. Käsestoff. Dieser Körper ist meist im aufgelösten Zustande in der Milch enthalten, und bildet dann die Flüssigkeit, in welcher die Butter emulsionsartig vertheilt ist. Derselbe enthält, aus der Milch gewonnen, noch 6,24° phosphorsaurer Kalkerde, welche durch Salzsäure völlig entfernt werden kann. Mulder fand ihn bestehend aus

$$\begin{aligned} C &= 55{,}10 \\ H &= 6{,}97 \\ N &= 15{,}95 \\ O &= 21{,}62 \\ S &= 0{,}36 \\ \hline & 100{,}00. \end{aligned}$$

Daraus folgt die Formel $10\,(C_{40}\,H_{62}\,N_{10}\,O_{12}) + S$. Die phosphorsaure Kalkerde beträgt hierauf gerade 1 At., so dass zu der obigen Formel noch $2\,Ca\,O + P_2\,O_5$ hinzuzufügen ist. Der Käsestoff ist also der Zusammensetzung nach schwefelhaltiges Proteïn (p. 229). Man findet den Käsestoff sehr verbreitet. Im Blute fanden ihn Gmelin und Gugert; Gmelin im pankreatischen Safte von Hunden und Schaafen; in der Ochsengalle; Loewig in der milchartigen Flüssigkeit aus dem Scrotum eines Mannes. Die Tuberkeln bestehen grossentheils aus Käsestoff. Endlich ist das Vorkommen des Käsestoffs im vegetabilischen Organismus bemerkenswerth. Um denselben aus der Milch darzustellen, coagulirt Mulder gut abgerahmte Milch bei 50° — 65° durch Essigsäure. Der Niederschlag wird auf Leinwand zertheilt, zwanzigmal mit Wasser durchdrängt, und jedesmal stark ausgedrückt. Zuletzt wird er so lange mit kochendem Weingeist ausgezogen, als sich

dieser noch beim Vermischen mit Wasser trübt. Der Rückstand wird getrocknet.

Aus dem Blute erhält man ihn, wenn man es gelind erhitzt und so lange mit Essigsäure mischt, bis eine saure Reaction bemerkt wird, und es einige Zeit an einen temperirten Orte stehen lässt. Die dickgewordene Flüssigkeit wird mit Wasser verdünnt, wodurch sich der geronnene Käsestoff zu Boden setzt. Er wird so lange mit Wasser gewaschen, als dieses noch eine Färbung annimmt; der Rückstand wird getrocknet. (Simon.) Nach Gmelin wird das Serum des geschlagenen Ochsenbluts mit Weingeist ausgekocht, und kochend filtrirt. Beim Erkalten fällt der Käsestoff nieder.

Im getrockneten Zustande bildet der Käsestoff eine bernsteingelbe Masse, welche in Wasser und Weingeist löslich ist, und zwar in den kochenden Flüssigkeiten leichter als in den kalten. Wird die wässrige Lösung bis zum Sieden erhitzt, so bedeckt sie sich mit einer weissen Haut von geronnenen Käsestoff; eine Erscheinung, die man beim Kochen der Milch täglich wahrnimmt. Im Wasser ist nämlich der geronnene Käsestoff ebenso unlöslich wie das geronnene Eiweiss. Das Gerinnen des Käsestoffs wird durch eine Menge von Umständen herbeigeführt.

Säuren fällen den Käsestoff vollständig, namentlich aus siedenden Auflösungen. Die Laabmagenhaut bewirkt gleichfalls dies Gerinnen, auch wenn sie von allen Säuren befreit worden ist. Nach Berzelius bringt 1 Theil ausgewaschenes und getrocknetes Lab 1800 Theile Milch zum Gerinnen. Wie wir das Eiweiss in zwei verschiedenen Modificationen kennen, die sich durch äussere Eigenschaften, nicht aber durch Zusammensetzung unterscheiden, so verhält sich auch der Käsestoff. Der gewöhnlich als Nahrungsmittel benutzte Käse ist die unlösliche Modification.

Der Käsestoff ist ohne Geschmack und Geruch, erhält beides, wenn er sich zersetzt (fault). Hierbei wird ausser Ammoniak noch eine andere flüchtige, eigenthümlich riechende Substanz erzeugt.

Erhitzt man den Käsestoff, so giebt er die gewöhnlichen

Produkte, welche stickstoffhaltige Substanzen liefern. Sich selbst überlassen erleidet er mehrere Veränderungen, welche besonders Braconnot und Proust untersucht haben. Dieser fand, dass wenn durch Essigsäure gefällter Käse in einem bedeckten Gefäss unter Wasser aufbewahrt wird, er sich unter Gasentwicklung (Wasserstoff) in eine saure Masse verwandelt, welche späterhin Ammoniak entweichen lässt, und nach altem Käse riecht. Nach $1\frac{1}{2}$ Jahren bleibt eine fadenziehende Masse, welche aus schwefelwasserstoff-, phosphor-, essigsaurem und wahrscheinlich milchsaurem Ammoniak besteht. Ohne Zweifel ist auch hier Buttersäure zugegen. Zugleich hat sich eine besondere Substanz, Aposepedin oder Käseoxyd gebildet. Mulder fand eine grosse Menge von Leucin. (Vgl. p. 124). Braconnot fand, dass frischer, aus abgerahmter Milch dargestellter Käse mit Wasser vermischt, und bei einer Temperatur von 20 bis 25° einen Monat lang der Fäulniss unterworfen, sich fast völlig auflöst. Die abfiltrirte Flüssigkeit riecht ausserordentlich unangenehm, enthält jedoch keinen Schwefel. Wird sie verdunstet, so bleibt ein honigdicker Rückstand, welcher nach längerer Zeit sich in eine körnige Masse verwandelt, die nur theilweis in absolutem Alkohol löslich ist; das Ungelöste besteht aus unreinen Käseoxyd; die Auflösung enthält Ammoniaksalze. Gegen Salpetersäure, Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und die kaustischen Alkalien verhält sich der Käsestoff wie die übrigen Proteïnverbindungen.

Setzt man zu einer Auflösung von Käsestoff irgend eine Säure, so entsteht eine Verbindung, welche sich in dem sauern Wasser nicht löst, wohl aber in reinem Wasser und Weingeist. Daher wird, wie Fromherz und Gugert gefunden haben, eine Auflösung des Käsestoffs in Weingeist durch Säuren nicht gefällt. Der durch Lab gefällte Käse ist der sogenannte süsse Käse, während der durch Gerinnung der Milch erhaltene, der saure ist. Dieser enthält Milchsäure. Ist die Fällung des Käsestoffs durch Lab bei niederer Temperatur vor sich gegangen, se schlägt Essigsäure bei 60—100° noch einen Theil unreinen Käsestoffs nieder; Schüblers Zieger.

Die Einwirkung des Labs auf den Käsestoff ist eine völlig katalytische. Ist Zucker, z. B. Milchzucker hierbei zugegen, so wird dieser in Milchsäure umgewandelt.

3) Milchzucker. Lactin. Wenn der Käsestoff aus der Milch geschieden ist, so bleibt eine gelbliche, fast durchsichtige Flüssigkeit zurück, welche jedoch selbst unklar durch das Filtrum geht; Serum lactis, Molken. Sie wird bei der sogenannten Molkenkur sehr häufig angewendet. Dampft man dieselben bis zur Trockne ein, so erhält man einen braunen, schmierigen Rückstand, welcher die Salze, etwas nicht völlig ausgeschiedenen Käsestoff und den Milchzucker enthält. Diesen erhält man fast völlig rein, wenn man die Molken bis zur Syrupsconsistenz eindampft, und dann an einen kühlen Ort hinstellt. Nach wenigen Wochen setzen sich körnige dicke Krystalle von Milchzucker an, welche durch Umkrystallisiren völlig gereinigt werden können. Der Milchzucker ist schon sehr lange bekannt, und auch wilde Völkerschaften wissen ihn zu bereiten. Nach Kempfer benutzen ihn die indischen Brahminen schon seit sehr langer Zeit als Nahrungs- und Arzneimittel. In Europa hat 1629 zuerst Fab. Bartholdi seiner erwähnt.

Im Grossen wird diese Substanz in der Schweiz bereitet. Nach der Verschiedenheit der Jahreszeit, Anstrengung und Nahrung des Thieres, ist der Zuckergehalt auch sehr verschieden, das Maximum der Kuhmilch ist $\frac{1}{28}$, das Minimum $\frac{1}{60}$. Im Handel erscheint er in grossen Krystallkuchen, welche aus ausgebildeten weissen, durchscheinenden, vierseitigen Prismen bestehen, die zwischen den Zähnen knirschen, sandig und wenig süss schmecken. Dieser schwache süsse Geschmack rührt von seiner geringen Auflöslichkeit in Wasser her. Er bedarf dazu des 6—8fachen Gewichts; die Lösung geht jedoch sehr langsam vor sich. In kochendem Wasser löst er sich in $2\frac{1}{2}$ fachem Gewicht und diese Lösung schmeckt sehr angenehm süss. Die süsse Auflösung lässt sich sehr stark eindampfen, ehe sie beim Erkalten krystallisirt. Wasserfreier Alkohol löst ihn fast gar nicht, desto mehr, je mehr er Wasser enthält. Aether löst ihn nicht. Im krystallisirten Zustande enthält er

12% Wasser, welches durch vorsichtiges Schmelzen entfernt werden kann. Erkaltet bildet er dann eine porzellanartige, weisse Masse. Zu stark erhitzt wird er gelb, braun und stösst einen starken, angenehmen Caramelgeruch aus. Eine ähnliche Zersetzung erleidet er, wenn er lange Zeit mit Wasser gekocht wird. Auch hierbei verliert der Zucker Wasser. Durch Zusammenstehen des Milchzuckers mit Bleioxyd wird die Zersezzung sehr beschleunigt.

Der Milchzucker besteht aus:

C_{12} =	900 =	40,00
H_{24} =	150 =	6,67
O_{12} =	1200 =	53,33
	2250	100,00.

Ueber das Atomgewicht der Verbindung ist man noch nicht ganz im Klaren; vielleicht wird die richtige Formel durch $C_{10}H_{20}O_{10}$ dargestellt; jedoch scheint jene erstere den Vorzug zu verdienen. Aus der Verbindung mit Bleioxyd kann das richtige Atomgewicht nicht gut abgeleitet werden, da die Anzahl der Verbindungen desselben zu gross ist. Die übrigen Verbindungen, welche dieser Zucker eingeht, sind nicht sehr zahlreich. Mit den Basen verbindet er sich, ausser dem Bleioxyd, nur schwierig. Gasförmiges Ammoniak absorbirt er, und nimmt dann 0,124 seines Gewichts auf; nach einigen Stunden verliert er davon die eine Hälfte, die andere entweicht langsamer. Durch Chlor, welches er in ziemlicher Masse absorbirt, wird er in eine graue Masse verwandelt, aus welcher Schwefelsäure Chlorwasserstoffsäure entwickelt. Wie eine grosse Menge indifferenter organischer Stoffe, so verhindert der Milchzucker gleichfalls die Fällung der Eisenoxydsalze durch Alkalien und andere Reagenzien.

Die grosse Leichtigkeit mit welcher sich dieser Zucker zersetzt, tritt bei den meisten Reactionen sehr deutlich hervor. Schon die wässrige Lösung fängt nach einigen Monaten an sich zu zersetzen, und wird dabei sauer durch Milchsäure und wahrscheinlich Buttersäure. Concentrirte Säuren verwandeln ihn, wie den Rohrzucker in Humin und Huminsäuren; lange mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, liefert der Traubenzucker,

von dem er sich nur durch die verschiedenen Wasseräquivalente unterscheidet, welche er weniger enthält als dieser. Wasserfreier Traubenzucker und krystallisirter Milchzucker sind isomerisch. Durch Erhitzung im Papinianischen Topfe bis zu 180° wird die Auflösung des Milchzuckers nach Schill in Traubenzucker und Schleimzucker verwandelt. Eine ähnliche Verwandlung erleidet er durch Fermente und Schmelzen. Hierbei bildet sich jedoch auch, wie beim Rösten der Stärke, Gummi. Durch diesen Umstand wird erklärt, wie der Milchzucker in Alkoholgährung übergehen kann, eine Eigenschaft, welche die Milch gleichfalls besitzt.

Hess hat dem Milchzucker unmittelbare Gährungsfähigkeit zugeschrieben, und zwar gegen die Versuche mehrerer Chemiker. Ich selbst habe mich vergeblich bemüht, diesen Zukker mittelst Ferment bei 20° gähren zu lassen, ebenso Erdmann, und früher schon Vauquelin, Bouillon, Vogel u. a. m. Der Milchzucker ist an und für sich der Gährung nicht fähig, geht jedoch, ebenso wie der Rohrzucker, welcher auch nicht unmittelbar gährungsfähig ist, in eine andere, gährungsfähige Zuckerart über. Es ist bekannt, dass die Baschkieren die Pferdemilch benutzen, um daraus Brandtwein zu bereiten; den sie Kumyss nennen. Pallas beschreibt ihr Verfahren dabei ausführlich; Schill hat sämmtliche Angaben darüber gesammelt; Kameel- und Ziegenmilch wird gleichfalls benutzt; nicht aber Schafmilch. Spielmann versetzte die Milch selbst in weinige Gährung, nicht aber den abgekästen Theil. Anderen misslangen die Versuche gänzlich. Man kann die Milch jedoch zum Gähren bringen, wenn man sie mit Wasser mischt, unter Umrühren $\frac{1}{2}$—1 Stunde kocht, bei 8—12° häufig umschüttelt; nach 14 Tagen kann man den Alkohol abdestilliren. Auch Buttermilch giebt Alkohol, namentlich mit Ferment versetzt. Ist die Temperatur zu hoch, die Flüssigkeit zu concentrirt, wird sie nicht umgeschüttelt, so verwandelt sich der Zucker in Milchsäure. Hierauf beruht die Gerinnung der Milch durch Laab. Zuerst wird aus dem Zucker Milchsäure gebildet, und diese bringt die Milch zum Gerinnen.

Die Einwirkung des Milchzuckers auf eine Anzahl von

Metalloxyden ist die, welche eine Menge organische Stoffe ausüben. Sie werden zum Theil dadurch reducirt. z. B. Quecksilber- und Kupferoxydsalze. Arseniksäure wird rothbraun dadurch gefärbt; dagegen verhindert ein Zusatz von Milchzukker die Zersetzung des Jodeisens, weshalb diese Verbindung sich gut zur Pillenform eignet.

Die Anwendung des Milchzuckers als Nahrungsmittel, ist in der Schweiz, dem südlichen Frankreich gewöhnlich. Wir benutzen ihn fast nur als Heilmittel.

Milchsäure. Diese Säure, deren schon an mehreren Stellen Erwähnung geschehen, findet sich in frischer Milch in sehr geringer Menge, und ist namentlich die Ursache, weshalb dieselbe auf Pflanzenfarben sauer reagirt. Viel grössere Mengen finden sich davon in der sauren Milch, wo sie sich erst aus dem Milchzucker bildet. Fast alle Flüssigkeiten des thierischen Organismus enthalten diese Säure; eine Meinung, gegen welche einige Chemiker streiten, welche jedoch durch eine Anzahl von Untersuchungen, die namentlich von Lehmann ausgeführt sind, und die ich selbst angestellt habe, unterstützt wird. Sie erzeugt sich aus einer grossen Menge von Pflanzensubstanzen, wenn diese der Gährung unterworfen werden. Die Temperatur darf dabei nicht auf 50° steigen, da bei dieser z. B. der Milchzucker gar nicht in Gährung geräth. Wir finden diese Säure im gegohrenen Safte der Runkelrüben, des Sauerkrauts, der sauren Gurken, dem Reiss- und Stärkewasser. Der saure Geschmack rührt bei diesen Substanzen meist von Milchsäure her, Essigsäure findet sich fast gar nicht darin. Der saure Geruch dieser Substanzen, auch der der sauren Milch hat eine Zeitlang die Meinung veranlasst, als sei Essigsäure die Ursache des sauern Geschmacks, da Milchsäure geruchlos ist. Indessen scheint diese flüchtige Säure, zum Theil wenigstens Buttersäure zu sein.

Zuerst wurde die Milchsäure von Scheele bemerkt, später ihre Existenz oft bestritten. Berzelius wies ihre Eigenthümlichkeit zuerst nach; Mitscherlich und Liebig stellten gleichzeitig mit Pelouze und J. Gay-Lussac eine Untersuchung über die reine Säure an, welche uns mit ihrer Zu-

sammensetzung und ihren Eigenschaften bekannt machte. Diese Chemiker wiesen auch nach, dass Braconnots Acide nancique Milchsäure sei.

Man erhält die Säure leicht aus der sauern Molken, dem Sauerkraut, am leichtesten durch Gährung des Milchzuckers, dessen Lösung man mit Milch versetzt hat. Dabei bildet sich oft eine nicht unbedeutende Menge von Buttersäure. Die reine Milchsäure ist eine sehr saure Flüssigkeit von 1,2 sp. G., sie ist hygroscopisch, in Wasser und Alkohol leicht, in Aether wenig löslich. Von kochender Milch werden 200 Gr. schon durch 2 Tropfen sogleich coagulirt. Kalte Milch wird wenig dadurch afficirt. Eiweiss gerinnt durch die Säure.

Die wässrige Säure besteht aus $C_6H_{10}O_5 + H_2O$. Das eine Atom Wasser verliert sie bei der Verbindung mit Basen. Durch Sublimation kann sie in $C_6H_8O_4$ übergeführt werden; durch Lösung in Wasser geht diese feste Säure wieder in die erste Zusammensetzung zurück.

Die Säure hat eine starke Verwandtschaft zu den Basen, und besitzt namentlich die Fähigkeit die Knochenerden aufzulösen, wie auch andere organischen Säuren, obwohl nicht in so hohen Grade thun. Daher finden wir im Harne, und den andern milchsäurehaltenden Flüssigkeiten immer eine gewisse Quantität phosphorsaurer Kalkerde, welche mit der Menge der Milchsäure zunimmt.

Die Entstehung der Milchsäure ist eine so allgemein verbreitete, dass es uns nicht überraschen darf, sie im thierischen Organismus gleichfalls zu finden. Wenn wir sie sich bilden sehen, aus einer Auflösung von Zucker, Stärke u. s. w. durch Berührung mit stickstoffhaltigen Substanzen, namentlich mit thierischer Schleimhaut, so haben wir eine sehr ähnliche Erscheinung in dem Verdauungsapparat. Daher finden wir sie unzweifelhaft im verdauenden Magen, im Harne, und selbst vielleicht im Blute.

Extractivstoffe der Milch. Durch Ausziehen der eingedampften Molken mit Alkohol, welcher den Zucker zurücklässt, erhält man eine braune, durch Milchsäure saure Flüssigkeit, welche mehrere thierische Stoffe enthält, die dem Extrac-

tivstoffe des Fleisches sehr ähnlich, aber ebenfalls nicht näher untersucht sind.

Salze der Milch. Die in der Milch aufgelösten Salze bestehen hauptsächlich aus Chlorkalium, phosphorsaurem Alkali, phosphorsaurer Kalkerde, Magnesia, milchsaurer Kalkerde, und einer kleinen Menge von Eisenoxydsalzen. Die Anwesenheit der phosphorsauren Kalkerde ist von grosser Wichtigkeit, da dieselbe die Quelle abgiebt, für die Gegenwart dieser Substanz in den Knochen des Säuglings. Theils sind diese Salze in Alkohol unlöslich, theils selbst in Wasser. Die Milchsäure ist dann das Mittel, sie aufgelöst zu halten.

Die Untersuchung, welche die Zusammensetzung der Milch sey, ist zwar äusserst wichtig, aber auch, namentlich in Fällen wo ein schnelles Resultat erwartet wird, sehr schwierig. Meist ist es ausreichend, die Menge des Fetts in der Milch zu bestimmen, und diess geschieht einfach und ziemlich sicher, indem man die Durchsichtigkeit einer dünnen und beliebig verdickten Schicht misst. Donné hat dies Verfahren zuerst angewendet. Die Farbe, welche man wohl als Kennzeichen angeführt hat, wechselt namentlich nach den Nahrungsmitteln, so dass bei Kühen sogar blaue und rothe Milch erscheint, deren Grund jedoch wohl richtiger in der Bildung mikroskopischer Organismen zu suchen ist. Das spec. Gewicht der Milch ist schwankend, meist zwischen 1,02—1,03; das des Serums soll bei allen Milchsorten constant sein. Auch die Reaction der Milch ist verschieden. Die Kühe welche Stallfütterung haben, sollen stets sauer reagirende Milch haben, die der Weidenfütterung alkalische. Einige Aerzte halten die saure Milch für nachtheilig, und geben den Stillenden dann saures kohlsaures Natron. Eine sehr saure Milch ist unzweifelhaft schädlich.

Das Colostrum, die gleich nach der Geburt des Kindes abgesonderte Milch, ist den Kindern schädlich, und zuweilen behält die Milch die Eigenschaften des Colostrums sehr lange Zeit bei, und ist dann gleichfalls zur Nahrung untauglich. Doch durch mikroscopische Betrachtung lässt sich diess entdecken. Das Colostrum enthält auch wie die normale Milch kleine Kügelchen, welche aus Fett bestehen, und deren Durchmesser oft

bis auf 0,010—0,014''' steigen kann, obwohl sie meistens kleiner sind; ausserdem enthält das Colostrum eigenthümliche Körnchen, die Corps granuleux. Erst gegen den 20. Tag nach der Geburt verschwinden diese völlig, und dann ist die Umwandlung das Colostrums in Milch vollendet. Krankhafte und schlechte Milch zeigt diese Körnchen sehr lange. Ihr Durchmesser schwankt zwischen 0,0063 und 0,232.''' Mittel 0,0111.''' Bei durchfallendem Lichte sind sie dunkel, gelblich; bei auffallendem weiss. Sehr deutlich unterscheidet man an denselben eine weichere, hellere, schwachkörnige Grundlage, und kleinere, scharfbegrenzte runde Kügelchen, ähnlich den Fettkügelchen, die innerhalb jener Masse mehr oder weniger dicht gedrängt liegen und am Rande oft fehlen. Der Rand des Colostrum-Körperchens zeigt meist scharfe Umrisse. Essigsäure, Ammoniak, verdünnte Salzsäure verändern sie nicht; in Aether lösen sie sich auf, und hinterlassen, wie die Milchkügelchen, Büschel feiner krystallinischer Nadeln. Viel Essigsäure löst die Substanz auf, welche die Körnchen verbindet; diese zerstreuen sich dann leicht.

Die Milchkügelchen der frischen Milch sind vollkommen rund, und verändern sich durch verschiedene Reactionen sehr bedeutend. Durch Essigsäure werden sie oval, perlähnlich u. s. w., es bilden sich auch kleine Kügelchen, welche sich an den Rand ansetzen. Die meisten scheinen einen Kern zu enthalten, und wenn sich das aufsitzende zu einen Zapfen verlängert, so sehn sie aus wie die Gährungspilze. Durch mehr Essigsäure werden die Ränder glatt und formlos, mehrere vereinigen sich, und sehn dann aus, wie geschmolzenes Fett, Alkohol und Aether greifen die Kügelchen nicht an, da sie auf die Membrane, durch welche sie eingeschlossen sind, nicht einwirken. Nach einiger Zeit wird der Aether durch Endosmose aufgenommen; dann zersprengt er das Kügelchen, und fliesst mit der Fettlösung aus. Diese Hülle besteht wahrscheinlich aus Käsestoff. Die Fettkügelchen, welche nur aufgeschwemmt sind, trennen sich durch Ruhe grösstentheils von der Flüssigkeit, und schwimmen auf der Oberfläche als Rahm. Am leichtesten geschieht diess bei 3°. Dass immer noch viele Kü-

gelchen zurückgeblieben, sieht man schon an der weissen Farbe der Flüssigkeit. Das spec. Gewicht derselben nimmt dabei natürlich zu.

Die Menge der Bestandtheile der Milch ist sehr verschieden, nach der Nahrung, Alter, Zeit der Entbindung u. s. w. Bei Kühen ist z. B. die grüne Fütterung der trocknen bei weitem vorzuziehen, indem sie dadurch reichlicher, und mehr feste Bestandtheile enthaltend erscheint. Anstrengende Arbeit und Ermüdung hat sparsame Absonderung zur Folge; auch wird die Milch dadurch wässriger. Aber auch unmittelbar gehen die Stoffe, welche in das Blut aufgenommen sind, in die Milch über; eine bekannte Sache, dass man auf Säuglinge wirkt, indem man der Stillenden Arzneimittel reicht. Péligot wies bei Eselinnen den Uebergang von Jodkalium in die Milch nach; Kochsalz, saures kohlensaures Kali, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Chinin, gehen ebenfalls über; Schwefelkalium nicht, da diess während der Circulation verändert wird. Obgleich man Quecksilberpräparate nicht hat finden können, so liegt dies offenbar nur an der geringen Menge der Substanz, welche man gereicht hatte; denn es ist bekannt, dass man Syphilis neonatorum durch den Gebrauch des Quecksilbers bei der Amme heilt. Eisenoxyd, Zinkoxyd, Magisterium bismuthi konnte selbst in kleiner Menge wieder aufgefunden werden. Auch Vegetabilien gehen in die Milch unverändert über. Säugende werden betrunken, wenn die Amme Spirituosa geniesst. Salze mit organischen Säuren, kommen in der Milch als kohlensaure Salze zum Vorschein. Milch, von Ammen, welche an heftigen Gemüthsaffecten gelitten haben, hat eine so eigenthümliche, bisher noch ihrem Wesen nach unbekannte Veränderung erlitten, dass der Genuss derselben sehr gefahrvoll sein kann. Dass die, menstruirter Stillenden schädlich sein soll, was viele Aerzte behaupten, wird mit Recht von Raciborsky und anderen bestritten. Sie ist wässriger, sieht bläulich aus, hat aber eine gute Zusammensetzung und ist nur nicht so reich an festen, nährenden Bestandtheilen.

PROCESS DER ERNAEHRUNG UND VERDAUUNG.

Der Lebensprocess des Thieres besteht in einer fortwährenden Consumtion des Körpers, welche durch verschiedenartige Reactionen hervorgebracht wird. Die ausgeschiedenen Substanzen sind z. Th. gasförmig, z. Th. tropfbar flüssig, z. Th. endlich fest. Sowohl die gasförmigen als die tropfbarflüssigen enthalten feste Substanzen, mechanisch beigemengt, aufgeschwemmt oder aufgelösst. Die gasförmigen Produkte werden bei der Respiration ausgeschieden, durch die Exhalationen der ganzen Körperoberfläche nnd endlich, obwohl in geringer Menge durch den Darmkanal; letztere sind wahrscheinlich nur Zersetzungsprodukte der zur Nahrung dienenden Substanz. Die flüssigen und in diesen aufgelösten festen Produkte stellen den grössten Theil der Se- und Excretionen dar, und feste sind endlich die Ausscheidungen der hornartigen Gebilde, welche sich fortwährend erneuern, die Oberhaut, die Nägel, Haare u. s. w.

Durch diese Ausscheidungen wird natürlich die Körpermasse verzehrt, und zwar wird jedes Gebilde dadurch angegriffen. Um den Organismus daher auf der Stufe seiner erlangten Entwickelung zu erhalten, muss ihm ein Ersatz zugeführt werden, und zwar mindestens dieselbe Quantität der einzelnen Elemente, welche er abgegeben hat. So lange der Organismus sich entwickelt, muss die Zufuhr natürlich die Ausgaben übersteigen. Dieser Ueberschuss muss zuweilen sehr beträchtlich sein. Kinder nehmen schon gleich nach ihrer Geburt täglich 3—4 Loth zuweilen zu, ein Gewicht, welches bei dem Gesammtgewicht des Kindes, 6—7 Pfund, ganz enorm ist.

Um die Menge der nothwendigen Nahrungsmittel kennen zu lernen, welche der Organismus erfordert, wäre es hinreichend, die Ausscheidungen zu wiegen, diess lässt sich natürlich nicht ausführen, da sie auf die verschiedenartigste Weise ausgesondert werden, und wir sie, namentlich die gasför-

migen, gar nicht auffangen können. Auch wenn wir das Individuum wiegen wollten, und durch den Gewichtsverlust es bestimmten, so würden wir ein ungenaues Resultat erlangen, da gewisse Ausscheidungen nicht unmittelbar entfernt werden, wie namentlich die hornigen Substanzen. Noch viel weniger können wir daher die Quantität der Elemente bestimmen, welche auf diese Weise dem Körper entzogen werden, und wir müssen uns damit begnügen, diess auf indirectem Wege, der freilich nicht sicher sein kann, zu erforschen. Das Einzige, was wir mit Sicherheit bestimmen können, sind die erdigen Bestandtheile, welche aus dem Organismus ausgeschieden werden, da diese in einer Form abgehen, welche ihre Aufsammlung erleichtert. Die Wahl der Nahrungsmittel, lässt sich also hieraus nicht wohl bestimmen, und wir müssen zu andern Hülfsmitteln unsre Zuflucht nehmen. Was die Qualität derselben betrifft, so haben wir einen sehr einfachen Anhalt, wenn wir die Zusammensetzung des Organismus selbst kennen, der consumirt wird, und uns dann bemühen, Stoffe einzuführen, welche dieselben Elemente, und wo möglich in demselben relativen Verhältniss enthalten, wie sie in den Bestandtheilen des Körpers enthalten sind.

Wenn wir z. B. wüssten, der ganze Körper eines Thieres enthielte x Pfd. Kohlenstoff, y Pfd. Wasserstoff, z Pfd. Stickstoff und o Pfd. Sauerstoff, endlich p Pfd. von bestimmten Salzen, und wir könnten annehmen, dass er gleichmässig consumirt würde, so hätten wir in der That nur Nahrungsmittel zu wählen, welche jene Bestandtheile im Verhältniss von x, y, z, o, p enthalten. Diese letzte Annahme der gleichmässigen Consumtion ist nun zwar nicht ganz richtig, aber doch in einem gewissen Umfange; und die erste Bedingung, die Zusammensezzung des ganzen Organismus zu kennen, ist gleichfalls in gewissem Maasse erfüllt. Die Organe, welche den Körper constituiren, sind fast sämmtlich unmittelbar Proteïnverbindungen, oder doch damit sehr nahe verwandt (vgl. p. 231). Die Bestandtheile, welche nicht dahin gehören, sind die Fettablagerungen, welche gleichfalls durch den ganzen Organismus verbreitet sind. Die Consumtion wird sich also im Allgemeinen

zusammenfassen lassen, in die Verzehrung des Proteïns und des Fetts. Soll der Ersatz also geschehen, so muss er durch Proteïn und Fett geschehen, oder durch solche Substanzen, welche beides liefern können. Da Fett niemals Proteïn liefern kann, so kann es nicht zur Nahrung allein dienen, kann aber den Fettverbrauch ersetzen. Wird kein Fett unmittelbar eingeführt, so muss eine Substanz gereicht werden, welche die Elemente des Fettes enthält, und im Stande ist, darin umgewandelt zu werden, z. B. Zucker, Amylum u. s. w. (vgl. p. 358). Um das Proteïn zu ersetzen, muss dieses selbst angewendet werden, oder ihm verwandte Verbindungen, z. B. Collagen.

Das einfachste würde daher sein, nur Proteïnverbindungen und Fett oder fettliefernde Substanzen zu geniessen; wenn die gehörige Quantität von Salzen dabei mit aufgenommen würde, so müsste darin das Nahrungsmittel genügen. Im Allgemeinen hat sich durch den Gebrauch auch diese Wahl der Nahrungsmittel festgestellt, und ehe man bekannt war mit dem eigentlich zu erfüllenden Zweck, hat man die Mittel angewendet, ihn zu erfüllen.

Geniesst man nun die nothwendige Quantität der Nahrungsmittel, in der genau erforderlichen Mischung, so werden die Excretionen nicht Reste derselben mit fortführen; es würden dann nur die verbrauchten Körpersubstanzen darin enthalten sein; unsere Gewohnheiten veranlassen uns jedoch auch andere Substanzen als wirkliche Nahrungsmittel zu geniessen, sie in zu grosser Menge anzuwenden, so dass sich die Reste derselben den Excrementen beimischen.

Die Nahrungsmittel werden nur aus dem Thier- und Pflanzenreich entnommen, und die wenigen Fälle, wo ein Geniessen mineralischer Stoffe statt findet, können nicht als wesentliche Ausnahmen gelten. Abgesehen jedoch von dem einzeln stehenden Gelüste von Kindern und schwangern Frauen nach Kreide u. s. w., was stets auf eine Störung der Verdauung schliessen lässt, kommt es doch zuweilen vor, dass Erde in ziemlich grosser Menge genossen wird. Schon Hamilton berichtet, dass die Otomaken und Huamos in Guiana zur Zeit der Anschwellungen des Orinoko aus Hunger eine fette Thonart, so-

wohl allein, als auch mit Speisen gemengt zu sich nehmen. Humboldt, welcher diese Gegenden besucht hat, bestätigt diess, und erzählt, dass diese Völker in den Monaten, in denen die Nahrungsmittel selten sind, täglich ansehnliche Mengen an Erde aus Hunger zu sich nehmen, ohne dass es ihrer Gesundheit wesentlich schade. Die Neger essen sowohl in der Sklaverei als in ihrer Heimath oft Erde. Sie mischen, wie Golberry von den Negern der Insel Los Idolos am Senegal erzählt, eine Erdart mit Reis. Moreau de Jonnés und Mason geben an, dass diess nicht aus Hunger geschehe, sondern in Folge eines eigenthümlichen Gelüsts, welches sich jedoch namentlich dort zeigt, wo die Verdauung sehr darnieder liegt.

Humboldt glaubte früher, nur die heissen Himmelsstriche disponirten zu dieser krankhaften Eigenthümlichkeit; jedoch, abgesehen von den Fällen, wo Hungersnoth zum Erdessen führt, giebt es doch Völker des kalten und gemässigten Klimas, welche diess aus Vergnügen thun. Steller und Pallas erzählen von den Tungusen in der Nähe von Ochozk, dass sie Thon in ihre Speisen mischen. Schon Plinius berichtet von den Römern, dass sie eine feine Kreideart ihrer Mehlspeise, Alisa, beimengten. Geradezu als Leckerbissen wird die Erde von einigen Nationen gegessen, so von den Weibern am Magdalenenflusse und Orinoko, welche beim Verfertigen der Töpfe Thon speisen. Die Siegelerde am Lemnos wird von den Türkinnen und Griechinnen gern gegessen, in der Mongolei verfertigt man aus einer wohlriechenden Thonart kleine Schalen, aus denen man erst trinkt, sie dann aber verspeist. Ein Aehnliches wird in Chili gethan; auch in Spanien und Portugal.

Bei Hungersnoth nahm man auch in Europa seine Zuflucht zum Erdessen, indem man das Bergmehl dazu anwendete. Ehrenberg fand in einer Menge dieser Erdarten, namentlich der, welche in Schweden sehr gewöhnlich gegessen wird, eine nicht unbedeutende Anzahl an Panzern von Infusionsthieren. Diese sind oft noch nicht völlig zerstört, so dass ihr halb verwester Organismus hier in der That noch als Nahrungsmittel dient. Meistens ist es jedoch nur der Ballast, welcher den

Magen anfüllt, und auf diese Weise das Gefühl des Hungers eine Zeitlang beschwichtigt.

In Fällen der Noth sehen wir gewöhnlich erst, wie wenig Nahrung der Mensch zu seiner Unterhaltung bedarf, und dass er im gewöhnlichen Leben eine viel zu grosse Menge davon zu sich nimmt. Wenn gleich das nördliche Klima einen grösseren Verbrauch des Körpers bedingt, so ist es doch nicht zu läugnen, dass die Menge der von uns genossenen Nahrung keineswegs im Verhältniss dadurch zu der geringen Menge kommt, welche die uncivilisirten südlichen Völker zu sich nehmen. Ehrenberg hat häufig gesehen, wie ein Beduine sich den ganzen Tag mit einer Handvoll Mais begnügte, und diess keineswegs für eine kärgliche Nahrung hielt. Auf Reisen sind, wie Ehrenberg versichert, die Araber noch viel mässiger. Ihr Vorrath für 10—12 Tage, in wenigen Datteln bestehend, könnte von uns bequem in einem Tage gegessen werden. Auch die Thiere können sich mit so mässiger Nahrung erhalten. Die Kameele erhalten, wenn sie gut gefüttert werden, täglich eine Handvoll Mais und etwas Wasser. Schon eine jede Hungersnoth, die Lebensweise in einer belagerten Festung, einer schiffbrüchigen Mannschaft, zeigt hinlänglich, mit wie wenig Nahrungsmitteln der Körper zu erhalten ist. Freilich pflegen die durch diese Weise genährten Menschen sehr abzumagern und oft zu erkranken, was jedoch zum grossen Theil wohl auch auf die beständige Todesangst und Hoffnungslosigkeit zu schieben ist. Ferner ist zu bedenken, dass die meisten Individuen aus Gewohnheit früher vielmehr genossen, und der Körper sich bereits an dieses Uebermass gewöhnt hatte, sich daher unwohl findet, wenn ihm an diesem etwas entzogen wird.

Durch den Lebensprozess werden die Bestandtheile des thierischen Organismus aufgelöst, und durch die verschiedenen Secretionswege aus dem Körper entfernt. Der Harn, wie die durch den Darmkanal ausgeschiedenen Fäces werden wesentlich aus dem lebenden Organismus selbst abgeschieden, und bestehen keineswegs aus den Ueberresten der Nahrungsmittel, und aus diesen selbst im veränderten Zustande. Sind freilich

ausserdem Stoffe da, welche als unverdaulich nicht assimilirt werden können, so gehen auch diese mit den Excrementen fort. Die eigentlichen, wesentlichen Bestandtheile derselben sind indessen Ausscheidungen, welche im Darmkanal selbst abgesondert werden. Diese sind ihrer Natur nach meist flüssig, und erhalten eine mehr und mehr feste Consistenz durch die Beimischung der unverdauten Stoffe. In Krankheiten, wo oft Tage lang gar keine Nahrung genossen wird, hören doch nicht die Ausleerungen auf, welche also nothwendiger Weise nur auf Kosten des Organismus geschehen müssen. Der p. 299 angeführte Versuch beweist diess deutlich.

Sind mit den wirklichen Nahrungsstoffen Substanzen vermischt, welche völlig unbrauchbar für den Organismus sind, so werden diese natürlich zugleich mit jenen aus dem Körper herausgeschafft.

Da nun diese Secretionen aus dem Blute selbst herrühren, so muss man auch annehmen, dass der Ersatz gleichfalls durch das Blut selbst geschehen muss, und dieser Umstand macht es nothwendig, dass alle Nahrungsmittel f l ü s s i g sein müssen, oder wenigstens im Stande sein müssen, in dem Magen- und Darmkanal selbst flüssig oder aufgelöst zu werden. Alle Stoffe, welche dieser Auflösung nicht fähig sind, werden mit den Excrementen vermischt, ausgeschieden.

Bei einer gleichmässigen Nahrung werden ziemlich alle Bestandtheile des thierischen Organismus gleichmässig resorbirt, und keiner derselben wird vorzugsweise afficirt, und wiederum ersetzt. Die Versuche, welche man angestellt hat, um die Zeit zu bestimmen, welche erfordert wird, um einen oder den andern Theil des Organismus vollständig zu resorbiren und wieder neu zu ersetzen, sind zwar nur bei den festen Theilen mit vollständiger Gewissheit anzustellen, haben aber bei den Zähnen und Knochen so übereinstimmende Resultate gegeben, dass es höchst wahrscheinlich ist, auch die übrigen Theile werden auf gleiche Weise und in gleichem Masse afficirt. Wird indessen die Nahrung entzogen oder beschränkt, so schwinden zuerst die Theile des Körpers, deren Existenz überhaupt nicht wesentlich nothwendig ist, und

deren grösseres Volumen namentlich durchaus vermindert werden kann. Es ist dies das Fettpolster, welches man auch immer zuerst resorbirt werden sieht, wo nur kärgliche Nahrung gereicht wird. Das Fettpolster, gewissermassen ein Depot des überschüssig assimilirten Nahrungsstoffes, kommt daher dort gar nicht zu Stande, wo gerade nur die nothwendigste Nahrung genossen wird. Die mässigen, wilden Völkerschaften zeigen meistens einen sehr kräftigen, musculösen Körper, aber wenig mit Fett ausgefülltes Zellgewebe.

Bei manchen Thieren sehen wir die Erscheinung, dass sie lange, ohne Speise zu sich zu nehmen, von dem, in der günstigen Jahreszeit aufgesammelten Fett leben können. Bären, Murmelthiere und andere Thiere erhalten sich auf diese Weise sehr lange. Dabei ist nun zwar der ganze Lebensprocess sehr gemindert. Die Temperatur des Murmelthieres (Arctomys alpina) ist beim wachenden Zustande so hoch wie bei andern Säugethieren, im Schlafe nur + 5°; dabei athmen sie in der Stunde nur 15 Mal, und der Puls ist kaum bemerkbar. Ende April, wo sie erwachen, sind sie dann ganz mager. Nicht allein Fett wird hierbei verzehrt, sondern auch Proteïnverbindungen, jedoch in sehr geringer Menge, denn die Hauptreaction ist der Athmungsprozess, durch welchen die kohlenreichen Fette in Kohlensäure umgewandelt und ausgeschieden werden. Wenn die Menschen nicht durch den Schmerz des Hungers litten, so würden sie auch lange Zeit von ihrem eigenen Fette zehren können. Am auffalendsten tritt diess in Geisteskrankheiten hervor, wo der Hunger nicht empfunden wird.

Das Fett besteht nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; wenn also bei vorenthaltener Nahrung, oder bei solcher, welche nur diese Elemente enthält, dennoch stickstoffhaltige Substanzen ausgeschieden werden (Harnstoff, Harnsäure, Ammoniaksalze u. s. w.), so muss nothwendiger Weise auch mit dem Fette zu gleicher Zeit noch andere thierische, stickstoffhaltige Substanz resorbirt werden. Die Harnstoffausscheidung dauert fort, und beginnt nicht erst wieder aufzutreten, wenn alles Fett entschwunden ist. Dieses verschwindet vielmehr gar nicht vollständig, sondern die übrigen Theile

werden schon sehr abgemagert, und dennoch ist Fett vorhanden. Bei Kranken, Schiffbrüchigen u. s. w. fehlt niemals alles Fett, wenn auch die meisten Stellen ziemlich dasselbe entbehren. Der Unterschied zwischen dem Schwinden des Fetts und des Fleisches (der Muskeln) besteht darin, dass das Fett als durchaus zum Leben, zur Erhaltung des Organismus nicht nothwendig, in der That gänzlich entfernt werden kann, ohne dass ein wesentlicher Schaden für den Körper entsteht. Beim Muskel ist dies nicht der Fall. Ein jeder derselben ist nothwendig, kann also nicht gänzlich verschwinden. Er wird dünner, die Bündel, die Fasern selbst schrumpfen zusammen. Sie werden mürbe, reissen leicht, aber können nicht gänzlich verschwinden. Wie diese, werden auch die Knochen ergriffen. Der Leim aus denselben wird ausgezogen, sie werden spröder. Die Knochenerde selbst wird resorbirt, die Knochenkerne werden kleiner, der ganze Knochen wird schwammiger. Am wenigsten leiden Gehirn, die Gefässe und die drüsigen Organe, namentlich diejenigen, welche selbst als secernirende auftreten. Da durch sie selbst die ganze Masse der noch vorhandenen Säfte gehen muss, so können sie am leichtesten noch Nahrungsstoff für sich selbst daraus abscheiden.

So sehen wir also, dass alle Theile des thierischen Körpers nach und nach entweder gänzlich verschwinden, oder wenigstens sehr reducirt werden würden, wenn nicht von Aussen her Stoffe hinzugebracht würden, welche diesen Verlust ersetzten.

Betrachten wir die Elemente, aus denen die resorbirten Stoffe bestehen, so finden wir natürlich darin alle die, welche sich überhaupt im thierischen Körper finden; vgl. p. 12ff. Hieraus könnte man den Schluss ziehen, dass es nur nöthig wäre, diese Elemente in eben der Menge wieder dem Körper darzubieten, in welcher sie ausgesondert werden, um den Verlust wieder vollständig zu ersetzen; indessen reicht dies keinesweges hin. Der thierische Organismus besitzt zwar die Kraft, Verbindungen der einen Art, welche aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff bestehen, in Verbindungen anderer Art umzuwandeln; er braucht zwar nicht, wenn im

Körper Eiweiss, Faserstoff u. s. w. resorbirt ist, wieder diese einzelnen Verbindungen aufzunehmen, sondern er besitzt das Vermögen, aus Verbindungen, welche dieselben Elemente enthalten, andere zu erzeugen; aber sie dürfen jenen geforderten Verbindungen doch nicht zu ferne stehen.

Die Assimilationskraft bei den Thieren ist nicht so stark wie bei den Pflanzen; denn dort sehen wir, wie völlig unorganische Stoffe fähig sind, in organische Verbindungen verwandelt werden zu können. Während Edwards und Colin bei den Pflanzen nachgewiesen haben, dass diese im Stande sind Wasser zu zersetzen, den Sauerstoff desselben aufzunehmen, und mit dem Kohlenstoff Kohlensäure zu bilden, welche entweder vollständig, oder nur zum Theil ausgeschieden wird, wobei der frei gewordene Wasserstoff gleichfalls in die Pflanze mit übergeht, hat Boussingault auf die Resultate der organischen Analyse der Saamen und der Pflanzen gestützt, dasselbe Ergebniss erhalten, und überdiess noch gezeigt, dass sie Stickstoff aus der Luft aufnehmen nnd assimiliren können. Wenn daher auch eine Pflanze zu ihrer Entwickelung des Stickstoffs aus dem Boden bedarf, so kann sie doch auch in stickstofffreiem Boden gedeihen, da sie dieses Element aus der Luft absorbirt, oder es vielleicht als Ammoniak aufnimmt.

Es war nun die Frage, ob auch Thiere im Stande seien, Stickstoff aus der Luft aufzunehmen, und ihn zu binden. Viele Gelehrte haben sich mit diesem Gegenstande beschäftigt. H. Davy, Pfaff, Thomson nehmen eine Stickstoffabsorption an, während diese von Despretz, Berthollet, Nysten und Dulong geläugnet wird. Boussingault hat gleichfalls die Frage zu entscheiden gesucht, und zwar auf eine recht sinnreiche Weise. Er wendete ungefähr dasselbe Verfahren an, wie bei der Untersuchung der Pflanzen; er bestimmte die Zusammensetzung der Nahrungsmittel, wog genau die Quantität derselben ab, analysirte wiederum die Excremente, und die Substanzen, welche überhaupt ausgeschieden werden, und verglich nun das Verhältniss der aufgenommenen und ausgeschiedenen Elemente. Seine Resultate, sind in fol-

genden Tabellen zusammengestellt. Er machte seine Versuche bei einer Milchkuh und einem Pferde.

Nahrungsmittel von einer Kuh, während 24 Stunden genossen.

Nahrungsmittel	Gewicht i. feuchten Zustand.	Gewicht i. trockenen Zustand.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Salz und Erde.
Kartoffeln	15000	4170	1839,0	241,9	1830,6	5,00	208,5
Grummet	7500	6315	2974,4	353,6	2204,0	151,5	631,5
Wasser	60000	—	—	—	—	—	50,0
Summe	82500	10485	4813,4	595,5	4034,6	201,5	889,0

Ausscheidungen einer Kuh, während 24 Stunden.

Ausscheidungen	Gewicht i. feuchten Zustand.	Gewicht i. trockenen Zustand.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Salz und Erde.
Excremente	28413	4000,0	1712,0	208,0	1503,0	92,0	480,0
Urin	8200	960,8	261,4	25,0	253,7	36,5	384,2
Milch	8539	1150,6	628,2	99,0	321,0	46,0	56,4
Summe	45152	6111,4	2601,6	332,0	2082,7	174,5	920,6
	82500	10485,0	4813,4	595,5	4034,6	201,5	889,0
Unterschied	37348	4374,6	2211,8	263,5	1951,9	2,70	31,6
	—	—	—	—	—	—	+

Nahrungsmittel von einem Pferde, in 24 Stunden genossen.

Nahrungsmittel	Gewicht i. feuchten Zustand.	Gewicht i. trockenen Zustand.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff	Salz und Erde.
Heu	7500	6465	2961,0	323,0	2502,0	97,0	581,8
Hafer	2270	1927	977,0	123,0	707,2	42,4	77,1
Wasser	16000	—	—	—	—	—	13,3
Summe	25770	8392	3938,0	446,0	3209,2	139,4	672,2

Ausscheidungen eines Pferdes in 24 Stunden.

Ausscheidungen	Gewicht i. feuchten Zustand.	Gewicht . trockenen Zustand.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Salz und Erde.
Urin	1330	302	108,7	11,5	34,1	37,8	109,9
Excremente	14250	3525	1364,4	179,8	1328,9	77,6	574,6
Summe	15580	3827	1472,9	191,3	1363,0	115,4	684,5
	27770	8392	3938,0	446,5	3209,2	139,4	672,2
Unterschied	10190	4565	2465,1	255,2	1846,2	24,0	12,3
	—	—	—	—	—	—	+

Betrachtet man diese Tabellen, so findet man, dass die Quantität der organischen Substanzen, welche in den Ausscheidungen enthalten sind, geringer ist als die, welche durch die Nahrungsmittel eingeführt worden sind; diese Differenz rührt von den Stoffen her, welche durch die Respiration und Transspiration ausgeschieden werden. Der Stickstoff der Ausscheidungen weicht von dem der Nahrungsmittel im ersten Falle um 27 Gr., im zweiten Falle um 24,0 Gr. ab. Diese Zahlen beweisen wenigstens, durch den Sinn, in welchem die Differenz stattfindet, dass kein Stickstoff aus der Luft aufgenommen worden ist.

Der Sauerstoff, den die Thiere aus der Luft aufnehmen, wird den Ansichten der meisten Gelehrten nach, nur angewendet, um Wasserstoff und Kohlenstoff in Wasser und Kohlensäure in den Lungen unmittelbar zu verwandeln, so dass auch dieses Element nicht als solches in den thierischen Körper übergehen kann (hierüber s. Respiration).

Die Aufnahme von Wasser, welches dem Organismus nothwendig ist, hat wahrscheinlich auch keinen andern Zweck, als diese Verbindung unzerlegt als Auflösungsmittel anwenden zu können, und es findet keine Zerlegung desselben wie in den Pflanzen statt. Wir sehen daraus, dass die Thiere nicht im Stande sind, die unverbundenen Elemente zu benutzen, um ihre eigenen Bestandtheile daraus zu bilden; sondern es müssen ihnen schon selbst dieselben in Verbindungen dargeboten

werden. Aber auch nicht alle Verbindungen der Elemente, wenn sie auch alle geforderten einschliessen, sind geeignet, diesen Zweck zu erfüllen. Die sogenannten unorganischen Verbindungen, welche sich im Mineralreiche finden, und welche wir aus den Bestandtheilen des Mineralreichs zu combiniren verstehen, können wir nicht als assimilationsfähig betrachten. Kohlensaures Ammoniak enthält Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und dennoch möchte es nicht möglich sein, diese Verbindung als Nahrungsmittel zu benutzen; sondern es können diese nur aus schon organisirten Stoffen bestehen, oder die aus solchen ausgeschieden worden sind. Darin unterscheiden sich die Pflanzen wesentlich in ihrer Ernährung von den Thieren.

Ausser dieser Haupteigenschaft, welche die Nahrungsmittel haben müssen, sind noch einige andere Erfordernisse zu erfüllen. Zuerst ist ihre chemische Zusammensetzung von Wichtigkeit. Es ist oben gezeigt worden, wie die Excretionen unter allen Umständen ziemlich dieselben wesentlichen Verbindungen enthalten, gleichviel ob das Thier hungere oder ernährt werde, gleichviel ob es stickstoffhaltige, oder stickstofffreie Substanzen geniesse. Die Elemente, welche ausgeschieden werden, sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, und ausserdem eine Menge Salze, und diese Elemente und Verbindungen müssen dem Körper selbst entzogen werden; daher müssen ihnen diese Elemente auch wieder zugeführt werden. Man hat namentlich die Versuche in der Beziehung angestellt, um zu sehen, in wie weit der Stickstoff ein nothwendiger Theil der Speise sei, und welche Erscheinungen sich zeigen, wenn dieses Element fehlt. Magendie, Tiedemann, Gmelin, Londe, Boussingault und ich selbst, haben über diese Gegenstände besondere Versuche angestellt.

Diejenigen Nahrungsmittel, welche in chemisch-reiner Form keinen Stickstoff enthalten, sind: Oele, Fett, (Butter), der Pflanzenschleim, Zucker, Stärke, Gummi, das Pectin, und die Pflanzensäuren. Diejenigen Pflanzen, welche fast nur aus solchen Stoffen bestehen, z. B. die sauren Früchte (Johannisbeeren, Kirschen u. s. w.), enthalten natürlich auch fast gar keinen

Stickstoff. Diejenigen, welche von diesen sehr stickstoffarmen am vorzüglichsten genossen werden, sind die Cerealien, Reis und Kartoffeln. Stickstoffhaltige Nahrungsmittel sind dagegen das Pflanzeneiweiss, Kleber, einige eigenthümlich in verschiedenen Pflanzen vorkommende Stoffe. Da dieselben in keiner Pflanze gänzlich fehlen, und somit eine jede Pflanze, ja fast jeder Theil derselben etwas Stickstoff wenigstens enthält, so kann man Nahrungen, welche aus ganzen Pflanzen bereitet werden, niemals als ganz stickstofffrei betrachten. Mehr Stickstoff als die genannten Pflanzen enthalten die Gräser und Kräuter, und namentlich ihre Saamen. Auch die Hülsenfrüchte sind reich an stickstoffhaltigen Stoffen, wie auch die Kerne der Steinfrüchte: Nüsse, Mandeln etc. Die Stoffe aus dem Thierreiche, welche als Nahrungsmittel benutzt werden, sind fast durchgängig stickstoffhaltig: nur die Fettarten sind völlig frei von Stickstoff.

Die directen Versuche, welche von den oben genannten Physiologen und Chemikern angestellt sind, haben auf das evidenteste erwiesen, dass wenn die Nahrung wirklich keinen Stickstoff enthält, auch in der That keine vollständige Ernährung stattfinden könne.

Der Versuch, den ich angestellt habe, ist oben schon beschrieben worden. Magendie fütterte gleichfalls Thiere mit raffinirtem Zucker und destillirtem Wasser. In den ersten 7 bis 8 Tagen waren die Thiere munter, frassen und tranken wie gewöhnlich. In der zweiten Woche schon fingen sie an abzumagern, verzehrten indessen noch immer 6—8 Unzen Zucker täglich. In der dritten Woche steigerte sich die Abmagerung mit Abnahme der Kräfte, während Munterkeit und Appetit sich nach und nach verloren. Exulcerationen auf der Cornea zeigten sich mit Ausfluss der Augenfeuchtigkeit. Diese Erscheinung wiederholte sich bei ähnlichen Versuchen. Ich habe darauf besonders geachtet, aber dieses Phänomen nicht wahrgenommen, vermuthlich in Folge einer kleinen Vorsichtsmassregel, indem ich das Thier zwang, sich täglich viel Bewegung im Freien zu machen, was ihm überhaupt sehr dienlich zu sein schien. — Zuletzt frassen die Thiere noch 3—4 Unzen

Zucker, wurden endlich ganz kraftlos, und erlagen am 31 bis 34. Tage. Dies ist ungefähr dieselbe Zeit, welche ein Hund ganz ohne Nahrung zu leben im Stande ist. Wie sich erwarten liess, war alles Fett verschwunden, die Muskeln waren dünn (ich fand sie zerreisslich und sehr hell gefärbt); Magen und Darmkanal war zusammengezogen, und Gallenblase und Urinblase waren sehr ausgedehnt. Chevreul fand den Urin ähnlich wie bei Pflanzenfressern, alkalisch, ohne Spur von Harnsäure und phosphorsauren Salzen. Ich fand sehr wenig Milchsäure und Harnsäure. Die Galle war reich an Picromel, welches den Pflanzenfressern zwar nicht eigenthümlich ist, wohl aber bei ihnen in grosser Menge erscheint, während die Fleischfresser sonst nur geringe Spuren davon zu enthalten pflegen. In den Excrementen war nur sehr wenig Stickstoff enthalten, an dem sie sonst etwas reicher zu sein pflegen.

Magendie vermuthete, diese eigenthümliche Wirkung könne vielleicht dem Zucker specifisch sein; deshalb wurde derselbe Versuch mit Hunden angestellt, welche Olivenöl, Butter, Gummi u. s. w. erhielten, aber immer mit demselben Erfolge. Aus anderen Versuchen ersah Magendie, dass in diesen Fällen keinesweges die Chylification gehemmt gewesen sei, vielmehr schritt dieselbe ganz vollständig vor, nur war der Chylus selbst nahrungslos.

Tiedemann und Gmelin haben Magendie's Versuche gleichfalls bestätigt gefunden, indem sie verschiedene Gänse, die eine mit Zucker, die andere mit Gummi, die dritte mit Stärke fütterten, und ihnen zugleich Wasser darreichten. Es wurde eine fortwährende Gewichtsabnahme bemerkt, und die mit Gummi gefütterte starb den 16. Tag, die mit Zucker den 20., die mit Stärke den 24., und eine andere den 27. Tag, nachdem sie $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{2}$ ihres Gewichtes verloren hatten. Die Substanzen sind vermuthlich nicht chemisch rein gewesen, und dann ist gewöhnlich das Gummi die stickstofffreieste, die Stärke die stickstoffreichste Substanz, woraus sich die verschiedenen Termine erklären lassen. Auch bei Menschen kennt man dergleichen Versuche. In Dänemark ist die Verurtheilung zu 4 Wochen Wasser und Brod der Todesstrafe gleichgeachtet.

Stark brachte sich durch Monate lang fortgesetzte Nahrung aus reinem Zucker um's Leben, nachdem er sehr schwach, und gedunsen worden war, und rothe Flecken im Gesicht bekommen hatte, welche in Geschwüre aufzubrechen drohten.

Magendie hat diese Erfahrungen benutzt, zur Erklärung und Behandlung des Harnsteines und des Grieses. — Gegen die Versuche von Magendie lässt sich zweierlei einwenden, erstens: kann der Tod erfolgt sein, wegen der stets einförmig gereichten Nahrung, in welcher keine Abwechselung stattfand, zweitens: weil meist Nahrung angewendet ist, welche den Thieren, denen sie gereicht wurde, fremd zu sein pflegt.

In der That ist der erste Punkt zu wenig berücksichtigt worden, und dies ist um so klarer, da die Darreichung eines und desselben Nahrungsmittels, auch wenn es stickstoffhaltig, dennoch den Tod herbeigeführt hat. Die erwähnte dänische Strafe deutet schon darauf hin, obwohl das Brod keinesweges ein völlig stickstofffreies Nahrungsmittel ist. Tiedemann u. Gmelin fütterten eine Gans mit gekochtem, zerhacktem Eiweiss, welches sie mit Appetit genoss, aber sie starb nach 46 Tagen völlig ausgehungert, nachdem sie $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts verloren hatte. Ich habe nun demzufolge Versuche angestellt, welche zum Zwecke hatten, zu untersuchen, wenn man Thiere mit stickstofffreien aber wechselnden Substanzen nährt, ob sie dann auch so schnell sterben? Der Erfolg war ziemlich vorherzusehen.

Es wurden drei Hunde, deren Kräftigkeit ungefähr gleich war, zuerst eine Woche lang gleichmässig ernährt, indem ihnen Milch und Brod gereicht wurde. Nach dieser Zeit wurde der eine nur mit Wasser und ganz reinem, raffinirtem Zucker gefüttert; der zweite mit gleichen Theilen Zucker und Gummi, welche ihnen abwechselnd, einen Tag um den andern gereicht wurden, während der dritte Zucker, Gummi und Olivenöl erhielt. Wasser wurde ihnen gleichfalls in gleicher Quantität gegeben. Das Aequivalent der Nahrung wurde auf den Kohlenstoff berechnet; alle drei erhielten gleich viel Kohlenstoff. Auch hier wurde darauf geachtet, dass die Hunde sich bewegen mussten. Die Hunde befanden sich 12—14 Tage ziemlich wohl, obgleich sie schon in dieser Zeit abma-

gerten; und zwar war die Abmagerung bei den beiden ersten ziemlich merklich grösser als bei dem dritten. Der erste Hund starb am 34sten Tag mit beginnenden Geschwüren auf der Hornhaut, der zweite am 36sten Tag, gleichfalls mit ähnlichen Affectionen; der dritte starb etwa erst am 42sten Tag. Dieser Unterschied beweist, dass die gemischte Nahrung, in so fern sie nur im Zucker und Gummi wechselte, fast gar keinen Einfluss hatte, wohl aber, sobald Oel hinzukam.

Betrachtet man diese Stoffe von der chemischen Seite, so sieht man, dass Zucker und Gummi in ihrer Zusammensetzung so ungemein übereinstimmen, dass es sehr erklärlich ist, wie der Wechsel zwischen beiden Substanzen in der That so gut ist, wie gar kein Wechsel, dass aber das Oel, als zu einer ganz andern Klasse von Stoffen gehörend, sowohl was Eigenschaften, als was Zusammensetzung anbetrifft, wohl eine Verschiedenheit hervorrufen kann, die wesentlich ist.

Der zweite Einwurf ist gleichfalls zu entkräften durch die Versuche welche ich angestellt habe. Dass die angewendeten Stoffe im isolirten Zustande nicht ein Product chemischer Reactionen sind, lässt sich sehr leicht beweisen, da ihre Eigenschaften im Thiere und in der Pflanze durchaus dieselben sind, welche wir an ihnen wahrnehmen, wenn sie aus diesen abgeschieden sind. Von thierischem Leim allein gilt dies nicht, aber von allen anderen.

Es ist nun nicht zu leugnen, dass das Eiweiss z. B. ein Nahrungsmittel sei, welches der Gans durchaus nicht natürlich ist; daher müsste es auch schädlich für dies Thier sein. Ebenso ist Oel, namentlich thierisches, eine Substanz, welche sich in den Pflanzen, die das Thier gewohnt ist zu fressen, nicht vorfindet, und für welches wir dort kein völliges Analogon vorfinden. Ebenso ist der Käsestoff eine hier fremde Substanz. Ich fütterte nun eine Gans zwei Monate mit dieser Nahrung abwechselnd, wobei sie sich ganz wohl befand, und an Gewicht nicht merklich abnahm. Daraus können wir nun schliessen, dass es nicht die heterogene Nahrung war, welche bei den früheren Versuchen den Tod herbeiführte, sondern in

dem einen Falle die stickstofffreie, in dem andern Falle die zwar stickstoffhaltige, aber stets wiederkehrende.

Man sieht hieraus, dass es noch nicht genügt, Substanzen zu geniessen, welche alle Elemente enthalten, die der Organismus im Lebensprocess ausscheidet, sondern sie müssen erstens auch in bestimmten Verbindungen (organischen) combinirt sein, und dann müssen sie wiederum Combinationen der einzelnen Compositionen enthalten.

Um die Assimilation der verschiedenartigen ausgeschiedenen Elemente zu erleichtern, ja sogar sie möglich zu machen, ist es nöthig, dass auch wieder verschiedenartig zusammengesetzte Stoffe hinzugeführt werden. Diese Ansicht, welche sich schon a priori abstrahiren lässt, wird nun auch in der That durch die Erfahrung im höchsten Grade bestätigt. Oben sind schon einige dahin gehörende Thatsachen erwähnt worden.

Magendie hat Versuche angestellt, die dies gleichfalls beweisen:

1) Ein Hund, welcher Weissbrod, Waizen und Wasser zur Nahrung erhielt, lebte nur 50 Tage.

2) Ein Hund, welcher nur Kommisbrod bekam, lebte sehr gut lange Zeit.

3) Kaninchen und Meerschweinchen, welche Waizen, Gerste, Hafer, Kohl, Mohrrüben erhielten, starben nach 14 Tagen mit vollkommener Blutlosigkeit.

4) Dieselben, mit diesen Substanzen zusammen, oder nach einander gefüttert, lebten sehr wohl fort.

5) Ein Esel, mit trockenem, später mit gekochtem Reis gefüttert, lebte nur 15 Tage. Ein Hahn lebte von derselben Nahrung mehrere Monate.

6) Hunde, welche nur Käse und harte Eier erhielten, lebten zwar ziemlich lange, wurden aber schwach, und verloren die Haare.

7) Muskelfleisch vertrugen die Nagethiere sehr lange.

8) Wenn ein Thier eine Nahrung lange Zeit erhalten hat, bei welcher es sterben würde, wenn sie fortgesetzt wird, und man reicht ihm dann seine gewöhnliche Nahrung, so wird es nicht mehr gerettet. Es geniesst die neue Nah-

rung mit sehr grosser Begierde, doch erfolgt sein Tod nicht später, als wenn es mit der ersten Nahrung fortgefüttert worden wäre.

Betrachtet man diese verschiedenen Nahrungen, so sieht man, dass, je mehr sie sich einer einfachen chemischen Verbindung nähern, die Zeit, welche sie das Leben fristen können, desto geringer wird. Je zusammengesetzter sie selbst sind, desto länger ist die Erhaltung des Lebens dadurch möglich. Waizenbrod ist so stärkemehlreich, und enthält so wenig Kleber u. s. w., dass es fast als ziemlich reine Stärke zu betrachten wäre. Weniger ist dieses der Fall mit dem schwarzen Kommisbrod, welches daher auch viel länger das Leben fristen kann.

Man sieht daraus, dass die Mannigfaltigkeit der Nahrung ein Haupterforderniss zur Erhaltung der Gesundheit ist. Es kommt freilich nicht darauf an, fortwährend mit der Nahrung zu wechseln, sondern man kann ein und dieselbe beibehalten, ohne Nachtheil zu empfinden; wenn diese nur schon zusammengesetzter Natur ist. Wer seinen Tisch so einrichtet, dass er Fleisch, Gemüse, Brod täglich verzehrt, der wird sehr gut, auch ohne Abwechselung bestehen können. Im Fleisch haben wir fast alle thierischen Elemente, welche nöthig sind zur Erhaltung, und welche im Stande sind, leicht andere Verbindungen zu erzeugen, Faserstoff, Leim, Eiweiss, Blutroth, Salze; in den andern Nahrungsmitteln haben wir Pflanzeneiweiss, Leim, Stärke, Kleber u. s. w.

Einige Gelehrte, und unter diesen namentlich Magendie, haben nun aus ihren Versuchen geschlossen, dass erstens der Stickstoff nicht allein nothwendig sei, um eine Substanz als Nahrungsstoff zu charakterisiren, sondern er sei sogar das Aequivalent der Nährungsfähigkeit, oder es richte sich die Nährungsfähigkeit eines Stoffes nach der Menge des in ihm enthaltenen Stickstoffes, so dass eine Verbindung, welche 4 Procent Stickstoff enthalte, nur halb so nährend sei, als eine welche 8 Procent enthalte. Wenn sich also Jemand von der ersten ernähren will, so muss er noch einmal soviel davon geniessen, wie Jemand, der von der zweiten lebt.

Boussingault hat diese Idee weiter verfolgt, und sie, namentlich in agronomischer Hinsicht ausgearbeitet, indem er die Aequivalenten der Futterarten nach dem Stickstoff, der in ihnen enthalten ist, bestimmte.

Seine theoretischen Untersuchuugen stimmen sehr häufig mit den practischen überein, jedoch keinesweges immer.

Eine Tabelle, welche er entworfen hat, und welche Substanzen enthält, die auch für die Menschen von Wichtigkeit sind, wollen wir hier anführen.

Waizenmehl	100
Waizen	107
Gerstenmehl	119
Gerste	130
Roggen	111
Buchweizen	108
Mais	138
Weisse Bohnen	44
Erbsen	67
Schminkbohnen	56
Linsen	57
Weisser Kopfkohl	810
Kohlmehl	83
Kartoffeln	613
Mohrrüben	757
Mohrrübenmehl	95
Weisse Rüben	1335

Diese Angaben fallen gewiss sehr häufig in der Theorie und Praxis zusammen, wie auch die Versuche von Thaer, Einhoff, Block, Middleson, Schwarz und Murre beweisen; indessen ist der Grundsatz, den Boussingault daraus zieht, nicht ganz richtig.

Eine Substanz kann sehr viel Stickstoff enthalten, und dennoch weniger nährend sein, als eine stickstoffärmere. Es wird natürlich eine gewisse Menge Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff erfordert, und man würde eine, gewiss auch ganz practische Aequivalenten-Tabelle aufstellen können, nach der Kohlenstoffmenge, die in dem Körper enthalten ist; na-

türlich vorausgesetzt, dass man Körper anwendet, welche auch hinreichende Mengen von Stickstoff enthalten.

Die einseitige Ansicht Boussingault's beruht namentlich darauf, dass alle organischen Verbindungen, welche Stickstoff enthalten, auch Kohlenstoff enthalten, und zwar meistens in einem bedeutenden Ueberschusse gegen den Stickstoff selbst.

Eine Vergleichung der Stickstoff- nnd Kohlenstoffgehalte der Substanzen, welche wir als Nahrungsmittel anwenden, wird dies sehr deutlich machen.

Substanz.	Kohlenstoff.	Stickstoff.
Leim	50,5	17,5
Chondrin	49,93	14,47
Proteïn	55	16
Neossin (in den Nestern der indischen Schwalben	55,17	11,62
Blutroth	65,5	11

Man kann also freilich annehmen, dass wenn ein Aequivalent Stickstoff genossen wird, auch eine hinreichende Quantität Kohlenstoff damit verbunden gewesen sein wird, und aus diesem Grunde kann die Menge des Stickstoffs freilich als ein practisches Hülfsmittel betrachtet werden, um die Nahrungsfähigkeit einer Substanz zu beurtheilen, wenn sie Proteïn enthält.

Wenn wir die Harnsäure als Nahrungsmittel benutzen wollten, so würden wir, trotz ihrer grossen Stickstoffmenge, keinesweges sie als nährungsfähig schätzen lernen. Sie enthält 36,00 Kohlenstoff und 33,37 Stickstoff. Es würde also nur halb so viel Harnsäure nöthig sein als Leim, um Jemand davon zu erhalten. Man würde indessen finden, dass die Harnsäure eben so wenig, als eine anorganische Substanz, nähren kann, da sie, als Excrement dem Körper fremd geworden, nicht mehr von ihm aufgenommen werden kann. Die Idee, welche Magendie und Boussingault haben, muss im Allgemeinen soweit bekämpft werden, dass man selbst sagen kann, es würde ein ähnlicher Zustand eintreten, wie durch stickstofflose Nahrung, wenn das Individuum eine Nahrung erhielte, welche aller Salze entbehrte, der Knochenerde und der an-

dern Salze, welche in dem Harne, den Excrementen u. s. w. ausgeschieden werden.

Ebenso darf eine übermässige Ausscheidung von Eisen nicht Statt finden, da sonst die Zusammensetzung des Blutroths etc. eine fehlerhafte wird. Gewöhnlich ist die Ausscheidung von Eisen nicht sehr bedeutend, indessen findet sich dasselbe in fast allen Se- und Excretionen, auch in den meisten Nahrungsmitteln; wo aber Blutflüsse u. s. w. eine übermässige Ausscheidung herbeiführen, muss künstlich eine Quantität hinzugeführt werden.

Den Schluss, den wir aus diesen Betrachtungen nun endlich zu ziehen haben, ist, dass die Zusammensetzung der Nahrungsmittel so sein muss, dass sie in ihrer Elementarzusammensetzung alle Elemente enthalten müssen, welche der Körper selbst darbietet, also Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff, Salze, einige Metalle; sodann dürfen sie nicht einfache chemische Verbindungen sein, sondern mindestens Gemenge derselben; endlich müssen die Elemente in gewissem Verhältniss zu einander stehen, auf eine bestimmte Menge Stickstoff muss ein bestimmtes Multiplum, das 8—10fache an Kohlenstoff darin enthalten sein, weshalb der Mensch auch stickstofffreie Substanzen mit stickstoffhaltigen combinirt.

Die Stoffe, welche nun als Nahrungsmittel benuzt zu werden pflegen, sind im Allgemeinen folgende:

1) Saure Säfte der Pflanzen und Früchte. 2) Das Stärkemehl und dessen Modificationen; im Saamen der Gräser, der Hülsenfrüchte, der Knollen, der Kartoffeln, der Sagopalme, dem Lichen islandicus, Arow-root etc. 3) Der Schleim in Wurzeln und Samen. 4) Das Gummi. 5) Das Caoutchouc. 6) Der Zucker. 7) Pflanzeneiweiss. 8) Kleber. 9) Fungin und die Schwämme.

Aus dem Thierreiche sind die Hauptnahrungsmittel:

1) Collagen in den Sehnen, Knochen, Knorpeln, der Haut, dem Zellgewebe, nämlich bei jungen Thieren.

2) Eiweiss der Eier, des Blutes, des Gehirns, der Nerven. 3) Faserstoff im Fleisch und Blut der Thiere. 4) Der Käsestoff der Milch. } Proteinverbindungen.

5) Thierisches Oel und Fett.

Unverdaulich sind Pflanzenfasern, Hülsen der Früchte und Samen (Holz), Harze, Farbestoffe, Extractivstoffe, Humus, Haare, Federn, Hornsubstanz überhaupt u. s. w.

Die meisten dieser Stoffe haben nun zwar eine Zusammensetzung, welche denen der Nahrungsmittel ungemein ähnlich ist. Ja, wir sind oft im Stande, diese unverdaulichen Substanzen durch chemische Reaction in verdauliche zu verwandeln, ohne dass wir ihre chemische Zusammensetzung wesentlich verändern. Das unverdauliche Holz kann in Zucker verwandelt werden, und nun zur Nahrung dienen. Es kommt also bei den Nahrungsmitteln noch darauf an, dass der dazu bestimmte Stoff auch aufgelöst werden kann. Wenn er in Wasser nicht löslich ist, so ist er oft in dem sauren Magensafte unmittelbar löslich. Ist dieses auch nicht der Fall, so wird er durch den Magensaft oft in der Art verändert, dass er nach einiger Zeit mit diesem oder in diesem zu einem weichen Brei wird, aus dem nun die Darmwände, welche mit einsaugenden Gefässen versehen sind, die nahrungshaltende Flüssigkeit einsaugen können. Auf diese Weise ist es zu erklären, weshalb chemisch ganz ähnliche Stoffe, welche sich nur in ihrer Auflöslichkeit unterscheiden, so ganz verschieden nährende Eigenschaften besitzen können, und einmal sehr leicht, einmal gar nicht verdaut werden können. Holz und Zucker, Leder und Leim geben sehr gute Beispiele. Fettarten, welche leicht flüssig oder leicht schmelzbar sind, werden in der Regel leicht verdaut und resorbirt. Liegt ihr Schmelzpunkt über der Temperatur des Magens, so werden sie unverdaut ausgeschieden. Wallrath, Wachs können aus diesem Grunde nicht nähren.

Manche Thiere haben einen anders zusammengesetzten Magensaft als der Mensch, so dass sie im Stande sind, Substanzen zu verdauen, welche für diesen unverdaulich sind. So können viele Raupen Holz wirklich verdauen. Reissende Thiere vermögen Knochen in dem Magen so aufzulösen, dass sie die Knochenerde durch den Darmkanal theils entfernen, theils mit dem daraus blosgelegten und nun verdauten Leim

resorbiren; dies sind nur zufällige Umstände, welche selbst zuweilen bei manchen Menschen ausnahmsweise eintreten können.

Ueber die Classification der Nahrungsmittel, aus denen nun auch sehr leicht sich die Wahl derselben und die chemische Zusammenstellung ergeben würde, sind häufig Theorien aufgestellt worden, von denen ich nur die von Prout anführen will, da dieselbe eben so geistreich als fast völlig richtig ist. Prout's Werk selbst ist noch ungedruckt, und wir dürfen uns von der Publication desselben vielen Nutzen versprechen. Elliotson hat einen Auszug aus Prout's Arbeit gegeben.

„Durch die Beobachtung, dass die Milch als der einzige Stoff, der fertig gebildet, und von der Natur als Nahrung bestimmt, im Wesentlichen aus drei Substanzen zusammengesetzt ist, nämlich aus Zuckerstoff, Oel und Käsestoff, oder einer dem Eiweiss verwandten Materie, ward ich nach und nach zu dem Schlusse veranlasst, dass alle Nahrungsstoffe bei dem Menschen und den höheren Thieren auf diese drei Quellen reducirt werden könnten. Deshalb beschloss ich, sie zuerst einer strengen Prüfung zu unterwerfen, und wo möglich ihre allgemeinen Analogieen und Beziehungen zu erforschen.

Die charakteristische Eigenthümlichkeit von zuckerhaltigen Körpern besteht darin, dass sie einfach aus Kohlenstoff, mit Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnisse, worin diese Wasser bilden, zusammengesetzt sind; die Proportionen von Kohlenstoff wechseln in verschiedenen Beispielen von 30 bis 50 Procent. Die beiden andern Klassen bestehen aus zusammengesetzten Basen (wovon der Kohlenstoff den Hauptbestandtheil bildet), gleichfalls gemischt und modificirt mit Wasser. Die Proportion von Kohlenstoff in ölhaltigen Körpern, die in dieser Rücksicht die oberste Stelle einnehmen, schwankt von ungefähr 60 Procent bis 80 Procent; deshalb können die Oele, wenn man den Kohlenstoff als Maass der Ernährungsfähigkeit betrachtet, was in gewisser Hinsicht auch gethan werden kann, im Allgemeinen als die Klasse der nährendsten Körper angesehen werden. Der allgemeine Schluss von dem Ganzen ist,

dass Körper, die von Natur weniger als 30, andere mehr als 60 Procent Kohlenstoff enthalten, nicht gut als alleinige Nahrung passen.

Es ist noch übrig zu erforschen, ob Thiere von einer einzigen dieser Klassen ausschliesslich leben können (was nun schon durch die obigen Untersuchungen verneinend entschieden worden ist); aber bis jetzt sind die Versuche darüber durchaus gegen diese Annahme, und die annehmlichste Ansicht ist, dass eine Mischung zum wenigsten aus zwei Klassen dieser Nahrungsstoffe, wo nicht aus allen dreien dazu nothwendig ist. Milch ist demnach, wie bewiesen wurde, eine solche Zusammensetzung, und zumeist alle Kräuter und Gräser, die für die Thiere zum Futter dienen, enthalten wenigstens zwei von diesen drei Stoffen.

Dasselbe ist ausgemacht von animalischen Nahrungsmitteln; welche zum wenigsten aus Eiweiss und Oel bestehen; kurz, es ist vielleicht unmöglich, eine Substanz namhaft zu machen, die von höheren Thieren zu Nahrung benutzt wird, welche nicht wesentlich eine natürliche Composition von wenigstens zweien, wo nicht von allen dreien der obigen drei grossen Klassen von Nahrungsstoffen darstellt.

Aber in der künstlichen Nahrung der Menschen sehen wir dies wichtige Princip von Mischung am strengsten erwiesen. Er, nicht mit der Production, welche die Natur freiwillig schafft, sich begnügend, sucht aus jeder Quelle, und bildet durch die Kraft seines Verstandes, oder vielmehr seines Triebes, auf jede mögliche Weise und mit jeder Erkünstelung dieselbe wichtige Nahrungsmischung. Dies ist mit aller seiner Kochkunst, wie wenig er es auch zu glauben geneigt sein mag, der einzige Endzweck seiner Arbeit, und je mehr seine Erfolge sich dem nähern, um so näher kommen sie der Vollendung. So hat schon in den frühesten Zeiten ihn der Trieb gelehrt, Oel und Butter zu mehligen Substanzen zu mischen, wie zum Brod, und zu denen, welchen von Natur dieser Stoff mangelte. Derselbe Naturtrieb hat ihn gelehrt, Thiere zu mästen, um sich ölhaltige Substanzen, verbunden mit Eiweissstoff zu verschaffen, welche Verbindung er meist zugleich mit

zuckerhaltigen Stoffen in Form von Brod oder Vegetabilien geniesst. Sogar in seinem ausgewähltesten Luxus und in seinen angenehmsten Leckerbissen ist dasselbe wichtige Princip im Auge behalten, und sein Zucker und Kraftmehl, seine Eier und Butter, in allen ihren verschiedenen Formen und Verbindungen, sind nichts mehr und nichts weniger als versteckte Nachahmungen des Haupttypus, der Milch, wie sie ihm von Natur geboten wird."

Dass die Milch, wie dieser ausgezeichnete Gelehrte aufgestellt hat, in der That die Nahrung sei, welche sich am meisten eignet, den Menschen zu unterhalten, wie auch die übrigen höheren Thiere, sehen wir schon daraus, dass der Säugling selbst sie mit so gutem Erfolge geniesst. Sie enthält ausser den von Prout angeführten Stoffen noch die Salze, welche nöthig sind, sowohl um die ausgeschiedenen zu ersetzen, als auch um den Wachsthum der Knochen zu unterhalten. Aber auch Erwachsene, selbst wenn sie sich lange an fremde Nahrung gewöhnt haben, vertragen die Milch ganz vortrefflich. Ich selbst habe, bei schwacher Gesundheit und selbst schlechter Verdauung über sechs Monate fast keine andere Nahrung zu mir genommen, als frische Kuhmilch, und befand mich sehr wohl dabei. Später fütterte ich einen alten Hund 14 Monate nur mit Milch, ohne dass derselbe die geringsten Spuren von Uebelbefinden zeigte. Prout's Ansichten sind durch die neuesten Untersuchungen zum Theil schon bestätigt worden. Einzig auf den Stickstoff legt er nicht Werth genug, wie sich dies aus den angeführten Versuchen ergiebt.

Ein Einwand, der namentlich nun gegen Prout gemacht werden zu können schien, waren die Nahrungsmittel der Pflanzenfresser. Die Zusammensetzung ihrer Bestandtheile ist so ähnlich der Zusammensetzung der Carnivoren, dass man zu allen möglichen Ideen seine Zuflucht nahm, um diese scheinbare Anomalie zu erklären. Es beruht indessen diese Unregelmässigkeit nur auf einer irrthümlichen Beobachtung über die Zusammensetzung der Nahrungsmittel der Thiere. Mulder hat nachgewiesen, dass das Pflanzeneiweiss genau die Zusammensetzung besitzt, wie das thierische Eiweiss oder

das Proteïn. Es scheint also, dass die Herbivoren ihre wesentlichsten nährenden Bestandtheile unmittelbar aus dem Pflanzenreiche ziehen; sie sind also, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, von den fleischfressenden nicht verschieden. Beide werden durch das Proteïn genährt, durch denselben organischen Körper, der eine Hauptrolle in der thierischen Oeconomie spielt.

Damit die Nahrungsmittel genossen werden können, müssen sie in eine Form gebracht werden, welche sie uns annehmlich macht. Ihr äusseres Ansehen, Geruch und Geschmack darf keinen Ekel erregen. Indessen thut hier Gewohnheit und Noth unendlich vieles. Dem gesitteten Menschen ist es nicht möglich, sein eigenes Geschlecht zur Nahrung zu nehmen.

Schon die dem Menschen ähnlichen Thiere werden selten genossen. Heverson erzählt zwar, wie die Peruaner und Brasilianer gebratene Affen essen, was auch die Neger am Senegal und Gambia zu thun pflegen, indessen ist dies selten. Es kommt aber auch die Anthropophagie selten vor, obwohl meist nur bei ganz ungesitteten Völkern, und geschieht zum Theil aus Hunger, zum Theil aus Aberglauben und Rache. Zuweilen geschieht es aus einer Art Wahnsinn, dass Menschen Menschen verzehren.

Selbst ein lebendes Thier zu verzehren, ist dem Menschen widerlich, wenigstens dort, wo er das Leben bemerkt. Lebende Austern werden zwar geliebt, doch geben diese Thiere so wenig Lebenszeichen von sich, dass die wenigsten Personen sie bemerken. Man pflegt die Thiere zuerst zu tödten, und sie sodann zu kochen oder zu braten, und dadurch zur Speise geeignet zu machen. Das Schlachten der grösseren Thiere wird indessen gewöhnlich in einer Art betrieben, welche durchaus fehlerhaft ist, und durch welche das Fleisch an Güte sehr verliert. Dr. Carson hat zuerst auf diesen Umstand aufmerksam gemacht in seiner Schrift: a new method of slaughtering animals for human food. Lond. 1839.

Die gewöhnliche Methode, das Thier zu schlachten, ist, ihm eine grosse Wunde beizubringen, durch welche es sein Blut verliert, und sich nun todtblutet. Es ist indessen bekannt

dass das blutlose Fleisch sich sehr wenig zur Nahrung eignet, während das bluthaltige Fleisch sich vortrefflich dazu passt. Die Versuche, welche ich darüber angestellt habe, sind dafür sehr beweisend. Ich wusch ganz klein gehacktes Fleisch mit kaltem Wasser so lange aus, bis es farblos ablief, und vollständig weisses Fleisch zurückliess. Dieses sowohl, wie das Blutwasser, wurde nun zu einer Suppe gekocht. Während das letztere eine sehr kräftige Bouillon gab, wurde aus dem ersteren eine schwache Brühe erhalten. Bruce fand den entgegengesetzten Gebrauch bei den Abyssiniern auf die Spitze getrieben: sie schneiden aus dem lebenden Thiere Stücke Fleisches aus, welche sie, wenig zubereitet, geniessen und die vortrefflich schmecken sollen. Um indessen ein solches blutreiches Fleisch zu erhalten, wie es selbst aus einem gewöhnlich gestorbenen Thiere, auch ohne Blutverlust, niemals erhalten werden kann, muss man vermeiden, dass beim Tode das Blut aus den kleinen Gefässen in die grösseren zurücktritt. Einigermaassen wird dies schon verhindert bei Thieren, welche gehetzt, und dann geschossen werden, so dass der Blutverlust ein geringer ist.

Carson hat gefunden, dass, je länger die Lungen beim Sterben thätig sind, desto mehr auch das Blut aus den kleinen Gefässen in die grossen zurücktrete. Carson verhindert dies, indem er die Lungen des Thiers aufschneidet, Luft hineinpresst: wodurch der Tod desselben nach 3 — 4 Minuten erfolgt, ohne dass Blut verloren ist.

Das Fleisch wiegt sodann 7 — 10% mehr als gewöhnlich, ist schmackhaft, leicht zu kochen, ist natürlich blutreicher, und sieht röther aus.

Diejenigen Fleischsorten, welche gekocht werden, haben gewöhnlich den doppelten Zweck, dass sie einmal selbst genossen werden, einmal aber auch gute Brühe liefern sollen. Ist dies der Fall: so müssen sie mit kaltem Wasser angesetzt und allmählig erwärmt werden. Das Wasser zieht sodann alle darin auflöslichen Bestandtheile aus, während das Eiweiss zwischen den Fleischfasern coagulirt und zurückbleibt. Aus den Fasern selbst wird Extractivstoff ausgezogen, welcher mit

in die Brühe übergeht. Will man nun diesen erhalten, so kann man das Fleisch sehr lange kochen, bis der Faserstoff eine Veränderung erleidet, die ihn ganz ungeniessbar macht. Er verwandelt sich in eine sägespähneähnliche Masse, welche ganz unverdaulich ist.

Will man besonders starke Brühe haben, so braucht man gar kein Wasser hinzuzufügen, sondern es genügt, das Fleisch klein gehackt in einem schlecht verschlossenen Glaskolben einer Temperatur von 100° auszusetzen. Das Fleisch kocht dann in seinem eigenen Wasser, die Brühe wird abgepresst, und enthält nun fast alle Nahrungsstoffe in einer Form, welche leicht verdaulich ist. Will man hingegen das Fleisch allein benutzen, so muss man es sogleich in siedendes Wasser tauchen. Dadurch gerinnt der Eiweissstoff an der Oberfläche, und verhindert das Eindringen des Wassers in das Innere, und somit auch das Ausziehen der auflöslichen Substanzen. Noch viel mehr ist dies der Fall bei niederen Thieren, welche sehr reich an Eiweissstoff sind. Krebse müssen aus diesem Grunde schon heiss übergossen werden. Fische müssen mit heissem Wasser aufgesetzt werden, wenn sie schön gekocht werden sollen, und wenn sich die einzelnen Mittelschichten blättrig von einander ablösen sollen. Will man indessen eine Fischsuppe kochen, so muss man den Fisch mit kaltem Wasser ansetzen, wodurch ein grosser Theil des Wassers eindringt, und ein Extract macht, während der Fisch selbst kurzfaserig und wenig schmackhaft wird. Am kraftvollsten wird natürlich das Fleisch, wenn man es bratet. Die äussere Hitze macht zuerst das Eiweiss äusserlich gerinnen; die Feuchtigkeit verdampft an der Oberfläche, und es wird eine undurchdringliche Schicht gebildet. Unter dieser, im Innern des Fleisches, kocht dies nun in seinem eigenen Wasser, und wird um so schöner, je fester die obere Rinde ist, je schneller sie also erhitzt worden war. Auch aus den für uns unverdaulichen Knochen, welche Collagen enthalten, ist man im Stande, Nahrungssubstanz durch Kochen abzuscheiden.

Das Kochen der Pflanzensubstanzen hat gleichfalls eine wesentliche Veränderung derselben zur Folge. Alle Zellen,

welche in denselben enthalten sind, werden gesprengt, und die Substanzen, welche früher von einer undurchdringlichen Hülle umgeben waren, können nun leicht aufgelöst werden. So ist es der Fall bei den Kartoffeln. Zugleich erleidet das Eiweiss eine ähnliche Veränderung wie das thierische Eiweiss; die extractiven Substanzen werden ausgezogen, und die Substanz selbst wird leichter auflöslich, und daher leichter verdaulich.

Ebenso wie die wässrigen Extracte der thierischen Substanzen leicht zu assimiliren und zu resorbiren sind, so auch mit den Pflanzenextracten. Die nährenden Getränke aus dem Pflanzenreiche, Bier, Wein, Kaffee u. s. w. enthalten aufgelöste Substanzen, welche nun leicht in den Körper übergehen können.

Der Apparat in welchem die Verdauung der Speisen vor sich geht, der ganze Verdauungsapparat ist nach den Thierklassen ungemein verschieden, und richtet sich bei diesen hauptsächlich nach den Nahrungsmitteln, auf welche sie angewiesen sind. Da das ganze Thier in allen seinen Organen den Zwecken entsprechen muss, auf welche es angewiesen ist, da die Bildung Eines Organes auch eine ganz bestimmte eines andern bedingt, so muss die ganze Organisation mit der Bildung des Verdauungsapparats in einem innigen Zusammenhange stehn, um so mehr, als die Verdauung und Ernährung einer der hauptsächlichsten eintretenden Prozesse ist, und jedes Thier eigenthümlich gebildet sein muss, um seine eigenthümliche Nahrung ergreifen und verarbeiten zu können. Cuvier hat hierauf zuerst mit besonderer Schärfe aufmerksam gemacht, und gezeigt, wie an die Structur eines Zahns sich die Bildung des übrigen Knochen- und des Muskelsystems anschliessen müsse.

Als das Ideal dieser philosophischen Naturforschung kann man den Cuvier'schen Satz hinstellen: „Der Form des Zahnes bringt die des Condylus mit sich, diejenige des Schulterblatts, die der Klauen, gerade so, wie die Gleichung einer Curve alle ihre Eigenschaften bedingt; und so wie man, wenn man jede Eigenschaft derselben für sich zur Grundlage einer

besonderen Gleichung nähme, sowohl die erste Gleichung als alle ihre anderen Eigenschaften wieder finden würde, so könnte man, wenn eines der Glieder des Thieres als Anfang gegeben ist, bei gründlicher Kenntniss der Lebensökonomie, das ganze Thier darstellen."

Bei den niedersten und einfachsten Thieren finden wir auch den Verdauungsapparat auf einer höchst wenig entwickelten Stufe. Wir sehen bei den Monaden den ganzen Verdauungsapparat aus einem Magen bestehen, mit einem einzigen Ausführungsgange, welcher den Mund und den After bildet. Wimpern an dieser Oeffnung angebracht, dienen gewissermaassen statt der ergreifenden Extremitäten.

Die Trennung der Oeffnungen in Mund und After tritt erst später auf, und Asteriden und Seesterne haben für beide nur eine Oeffnung. Einen weiteren Fortschritt finden wir bei den Polygastricis, die mehrere zusammenhängende Mägen haben, so dass das ganze Thier aus Mägen zu bestehen scheint, und daher in der Nahrung seine Haupttendenz ausgesprochen zu sein scheint. Sodann sehen wir einen Darmkanal, der sogar schon bei einigen Infusorien mit einem durch Zähne bewaffneten Schlundkopf ausgerüstet ist, wie z. B. bei Loxodes cucullulus. Der nächste Fortschritt ist die Magenartige Erweiterung des Darmkanals, von welcher auch, wie bei Polypen und Medusen Kanäle an die Peripherie des Thieres gehen.

So wichtige Unterschiede wie bei den übrigen Organen findet man nicht zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren in Beziehung auf den Verdauungsapparat. Und so sind auch die Wirbelthiere, namentlich die Säugethiere dem menschlichen Organismus hierin ziemlich ähnlich. Die grösste Differenz die hervortritt, ist in Beziehung auf die Länge des Darmkanals, und den Abtheilungen welche der Magen hat, daher also auch auf die Grösse des Magens. Im Ganzen ist der Apparat der Fleischfresser einfacher und länger als der der Pflanzenfresser, obwohl wir z. B. bei den Cetaceen sehen, dass die pflanzenfressenden Manatis mehrere Säcke an den Magen haben, und die fleischfressenden Wallfische fünf und mehr Abtheilun-

gen desselben besitzen, so dass diese allgemeine Regel in der That zuweilen Ausnahmen erleidet.

Aus dieser Verschiedenheit des Digestionsapparates können wir von vorn herein auf die Verschiedenheit schliessen, welche bei der Umwandlung der Nahrungsmittel bei Fleisch- und Pflanzenfressern stattfinden wird, wie es sich denn auch in der That so zeigt. Während der Darmkanal der Wiederkäuer 20 Mal so lang ist als das Thier, beim Schaaf sogar 28 Mal, so sind die reissenden Thiere mit einem so kurzen Darmkanal ausgestattet, dass er nur das vierfache, ja bei der Fledermaus nur das dreifache der ganzen Thierlänge beträgt. Die Thiere mit gemischter Nahrung haben einen etwas längeren Darmkanal, und wir finden bei den Nagern wie bei den Affen und den Menschen die Länge wie fünf bis sechs zu der Körperlänge.

Grosse Differenzen zeigen sich namentlich in Beziehung auf den Blinddarm. Dieser, bei den Wiederkäuern meist sehr gross, zeigt auch bei den Nagern zuweilen eine auffallende Länge. So ist derselbe bei dem Biber 2 Fuss, beim Pferde $2\frac{1}{2}$ Fuss lang, während bei Dasyurus unter den Beutelthieren weder ein Blinddarm existirt, sich auch sonst noch ein Unterschied zwischen Dünn- und Dickdarm findet.

Wie sehr die Structur des Verdauungsapparates mit der Nahrung selbst zusammenhängt, sehen wir daraus, dass bei ein und demselben Thiere die Aenderung der Nahrung auch die des Darmkanals herbeiführt. So lange die pflanzenfressenden Säugethiere Milch geniessen, ist ihr erster Magen klein, und vergrössert sich mit dem Beginn der Pflanzennahrung. Die Larven der Frösche, mit ungemein langen Darmkanal leben von Vegetabilien. Mit dem Wechsel der Nahrung findet eine wesentliche Verkürzung des Darmkanals statt.

Ohne hier die anatomische Structur des Darmkanals und seiner Häute betrachten zu wollen, so wollen wir kurz die Anordnung des den Wiederkäuern eigenthümlichen Magens berühren. Die Wiederkäuer, wie auch einige wenige Fleischfresser, z. B. die Delphine, besitzen vier verschiedene Mägen, oder eigentlich vier Abtheilungen des Magens, von denen die

letzte wieder mit dem Magen der Fleischfresser am meisten übereinstimmt. Nur hier wird der saure, die Verdauung bedingende Magensaft abgesondert. Die drei anderen, vorderen Abtheilungen sind, gleich einem Fortsatze der Portio cardiaca, noch mit Epithelium bedeckt. Hier wirkt hauptsächlich der mit den Speisen verschluckte Speichel, und vorzüglich in dem ersten Magen, dem sogenannten Wanst oder Pansen, der mit flachen Warzen besetzt ist. Mit ihm steht in Verbindung der zweite, Netzmagen, dessen innere Falten einem gestrickten Netzwerke ähneln. Das in diesen beiden Magen erweichte Futter geht nach einer gewissen Zeit wieder in die Speiseröhre zurück, gelangt in den Mund, und wird, nachdem es noch Einmal durchgekäut ist, nun erst in den dritten Magen gebracht, indem sich die Rinne, durch welche es in den ersten Magen gelangen würde, schliesst. Dieser dritte Magen, der Blättermagen, dessen Falten ähnlich den Blättern eines Buches aneinandergereiht sind, steht durch eine engere Oeffnung mit dem Labmagen in Verbindung. Dieser, von darmartiger Form und weicher Beschaffenheit, ist der dem Fleischfresser-Magen entsprechende; in ihm geht die wirkliche Verdauung durch den Magensaft vor sich, während vorher die wirksame Flüssigkeit nur im Speichel bestand.

Auch bei den Vögeln kommen bekanntlich doppelte Abtheilungen des Magens vor, deren erste den Kropf, die zweite den Vormagen und die dritte den bei den Hühnerartigen Vögeln den eigenthümlichen Fleischmagen darstellt.

Der Anfang des Darmkanals, dessen sackartige Erweiterung den Magen mit seinen Abtheilungen darstellt, der Mund, ist zuweilen mit Zähnen bewaffnet, deren Auftreten nur dort stattfindet, wo feste Nahrung genossen wird, ohne jedoch dadurch bedingt zu werden. Die Vögel besitzen keine Zähne, während bei anderen Thieren, den Krebsen z. B. die Zähne unmittelbar am Magen liegen. Der Ausgang des Darmkanals vom Magen aus ist in mehr oder weniger deutlich zu unterscheidende Abtheilungen getheilt, welche zum Theil entschieden von einander getrennt sind. Der zwischen dem Magen und Dickdarm liegende Dünndarm, das Duodenum und Jejunum,

bestimmt den Speisebrei in Speisesaft umzuwandeln, erhält in seiner ersten Abtheilung, dem Zwölffingerdarm meist aus den drüsigen Anhängen, der Leber und der Bauchspeicheldrüse, Galle und pankreatischen Saft.

Mit Zotten besetzt, zeigt der Dünndarm auf seiner ganzen Fläche eine Menge von Oeffnungen, welche zu den verschiedenen Drüsen führen; den Lieberkühn'schen, den Brunner'schen, den zerstreuten Schleimbälgen, und endlich den Peyer'schen Drüsen. Die Function dieser kleinen Organe ist bis jetzt so gut wie unbekannt, wenn auch ihre anatomische Zusammensetzung genau untersucht ist.

Auch die Rolle, welche die Zotten bei der Chylification spielen, kennen wir bis jetzt noch nicht, obwohl höchst wahrscheinlich, dieselbe nicht unbedeutend ist.

Bei dem Uebergange des Dünndarms in den Blinddarm befindet sich die Valvula Bauhini, welche nicht mehr die Rückkehr der Substanz in den Dünndarm gestattet. Der Blinddarm, beim Menschen nur eine wenig tiefe, sackartige Erweiterung, wird bei den Nagern sehr gross, bei den Vögeln doppelt. Am Ende des einfachen Blinddarms befindet sich der Processus vermi formis, dessen räthselhafter Zweck vielleicht die Absonderung einer besonderen Menge von Darmflüssigkeit ist. Im Blinddarm verweilen die Speisereste längere Zeit, und hier findet gewiss die Resorption grossentheils Statt. Vom Blinddarm in das Colon ascendens, transversum und endlich descendens übergehend, endet der Darmkanal durch die Flexura sigmoïdea in dem Rectum, welches durch einen Sphincter bekanntlich luftdicht verschlossen ist.

Die vielen Windungen welche der Darmkanal zeigt, machen es nicht selten möglich, dass Verschlingungen hervorgebracht werden, welche den Fortgang des Kothes hindern, und durch Entzündung den Tod herbeiführen. Man hat zuweilen mit Glück dagegen mechanische Mittel angewendet, welche z. B. in Verschlucken bedeutender Massen von Quecksilber bestanden, die sich nun durch die Verschlingung einen Weg bahnten. Gefahrvoll ist die Anfüllung des Processus vermiformis mit festen Substanzen, z. B. verhärteten Koth, Kernen von

Steinfrüchten, Zinnfeile, gegen Bandwurm angewendet u. s. w., indem dadurch gewöhnlich eine tödtliche Entzündung herbeigeführt zu werden pflegt.

Die Verdauung wird durch eine Anzahl verschiedenartiger Säfte unterstützt oder selbst ausgeführt, deren nähere Eigenschaften wir im Folgenden betrachten wollen. Die verschiedenen Theile des Verdauungskanals geben demselben verschieden zusammengesetzte und daher auch verschieden wirksame Stoffe ab, welche durch Zuflüsse aus anderen Secretionsorganen noch vermehrt und unterstützt werden.

Dahin gehören zuerst der Schleim, welcher von der ganzen Schleimhaut, mit der der Kanal ausgekleidet ist, abgesondert wird, und nicht wesentlich verschieden von dem Schleim der übrigen Schleimhäute ist; sodann der Speichel, aus den Mundspeicheldrüsen abgesondert, der Magensaft, aus den eigenthümlichen kleinen Drüsen der Magenwand secernirt, der Darmsaft, und die hinzutretende pankreatische Flüssigkeit und die Galle.

Diese Substanzen sollen einer näheren Beleuchtung unterworfen werden.

Die inneren Kanäle und Behälter des thierischen Körpers sind mit einer eigenthümlichen Haut ausgekleidet, der sogenannten Schleimhaut, welche gewissermaassen zwei verschiedene Systeme bildet, nämlich die Schleimhaut des Darmkanals mit ihren Anhängen, und ihrem Beginn in der Mundhöhle, wo dieselbe sich in die Nasen- und Thränenkanäle fortsetzt, und ebenso in die Luftwege. Diese ganze Fläche bildet Ein Continuum, und die Affectionen, welche sie an einer Stelle erleidet, erstrecken sich leicht auf eine grosse Ausdehnung, und pflanzen sich über das ganze System fort. Die zweite dieser grossen Schleimhautfläche ist die, welche das Genito-urinar-System auskleidet, und durch seine nahe Lage, die es in der Blase an dem Darmkanal hat, zuweilen mit in die Affection des Letztern hineingezogen wird. Die Schleimhaut selbst hat andere chemische Charaktere als die äussere Haut; sie besteht nicht aus Collagen.

26*

Sie sondert auf ihrer Oberfläche die unter dem Namen Schleim bekannte Flüssigkeit ab, welche durch Wimperbewegung fortgeführt wird.

Der Schleim, dessen Zusammensetzung, wie er von der Nasenschleimhaut abgesondert wird, schon oben (p. 280) angeführt worden ist, bildet keine homogene Flüssigkeit, sondern enthält durch das Microscop erkennbare Körnchen und namentlich abgestossene Epithelium-Zellen, deren Form und Menge nach der Schleimhaut wechselt. Sehr zahlreich z. B. bei dem Schleim der Gallenblase, stellen sie hier cylindrische Zellen dar, während die Speiseröhre in ihrem Schleime Pflasterepitheliumzellen zeigt.

Zuweilen steigt die Menge dieser Zellen bis auf eine Art von normaler, und regelmässig wiederkehrender Abschuppung. So findet man während der Verdauung im Magensafte eine grosse Menge von Epitheliumzellen der Magenschleimhaut, so häuten sich die inneren weiblichen Geschlechtstheile zur Zeit der Menstruation und durch die Lochien.

Auch findet man im Meconium eine Menge dieser Zellen in den ersten Tagen nach der Geburt des Kindes. Durch Entzündung steigert sich die Abstossung der Epitheliumzellen, und nicht nur die ausgebildeten gehen in den Schleim über, sondern man findet auch namentlich noch nicht völlig ausgebildete Zellen.

Ausser diesen Zellen findet man eigenthümliche Schleimkörperchen, welche jedoch von Vielen als anomale oder abortive Epitheliumzellen betrachtet werden. Diese Zellen und Körnchen schwimmen in einer Flüssigkeit, die Schleimsaft genannt werde kann, und sind zum Theil durch eine homogene, durchsichtige Masse, welche den eigentlichen Schleimstoff darstellt zu Klümpchen zusammengeballt.

Die Eigenschaften dieses Schleimes sind verschieden, je nach den Organen, auf denen er abgesondert wird. So ist der von der Gallenblase abgesonderte z. B. in Säuren unlöslich, löslich in Alkalien, und wird darin durch Säuren coagulirt, der Harnblasenschleim hingegen wird wenigstens zum Theil sowohl von Säuren als von Alkalien gelöst. Dasselbe gilt vom

Schleim der Magenwände und des Darmkanals, obwohl in geringerem Maasse als bei jenem.

Kemp hat die Zusammensetzung des Schleimes von der Gallenblase untersucht, nachdem er durch verdünnten Alkohol, Aether und wieder Alkohol mit Wasser vermischt, die fremden Substanzen entfernt hatte. Er fand 10% Asche darin, und nach Abzug von dieser 52,4% C; 7,6% H; 14,4% N; 25,4% O; zu der letzteren Menge ist die kleine Menge des darin enthaltenen Schwefels gerechnet. Diese Menge von C auf die Zusammensetzung der Kohlensäure berechnet, welche sich neuerlichst als die richtige ergeben hat, macht 51,8% aus. Darnach haben wir für die Zusammensetzung des Schleimes die Formel $Pr + 3 Aq. = C_{40} H_{68} N_{10} O_{15}$ diese giebt:

$$
\begin{aligned}
C_{40} &= 3000 = 51{,}73 \\
H_{68} &= 425 = 7{,}32 \\
N_{10} &= 875 = 15{,}08 \\
O_{15} &= 1500 = 25{,}87 \\
\hline
& \ 5800 = 100{,}00
\end{aligned}
$$

Es ist hierbei jedoch zu bemerken, dass diese Substanz hauptsächlich aus Epitheliumzellen bestanden haben muss.

Durch absoluten Alkohol gerinnt der Schleim und kann dann nicht mehr in Wasser vertheilt werden. Jedoch kann er wieder gelöst werden, wenn er einer sehr hohen Temperatur (210° C.) mit Wasser ausgesetzt wird, in einer zugeschmolzenen Röhre eingeschlossen. Dieselbe Erscheinung zeigt das geronnene Eiweiss bei 200° C. Kemp giebt als gutes Reagenz auf Schleim die Picrinsäure an, wenn keine andere Proteïnverbindung zugegen ist.

Während der Schleim nun als eine Substanz zu den Flüssigkeiten des Verdauungsapparates gehört, welche den Schleimhäuten im Allgemeinen zukommt, und nicht specifisch mit dem Verdauungsgeschäft in Verbindung steht, so gilt dies nicht mehr von den anderen jetzt zu betrachtenden Flüssigkeiten.

Unter diesen finden wir, neben dem von den Schleimhäuten des Mundes abgesonderten Schleime, den Speichel. Diese Flüssigkeit, welche sich aus einer Anzahl zusammengesetzter Drüsen in den Umgebungen der Mundhöhle aus dem Blute

absondert, findet sich bei fast allen Thierklassen. Wenn diese Drüsen z. B. bei den Cetaceen fehlen, so ist doch die Existenz derselben bei allen anderen Säugethieren nachgewiesen, und G. Cuvier hat dargethan, dass die Grösse, Länge der Mündungen ihrer Ausführungsgänge in einem nahen Zusammenhange mit der Anordnung der Zähne und der Construction des Rachens stehe. Nicht allein die Säugethiere haben die Absonderung dieser Flüssigkeit allgemein, wir finden sie auch in anderen Thierklassen, wenn auch meist sparsam, aber doch auch, nach Rengger, selbst bei den Insecten; Fischen fehlt sie.

Abgesondert wird der Speichel ununterbrochen; die Secretion kann aber gesteigert werden, durch alle die Reactionen, welche die Absonderung der Secrete überhaupt steigern, also namentlich durch Reizung der Mundhöhle durch Speisen, ebenso wie die Absonderung des Magensaftes auf diese Weise gesteigert wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in diesem Falle die Reizung durch die Nerven des zweiten und dritten Astes des fünften Nervenpaars sich auf die Speicheldrüsen fortsetzt, wie denn auch Reizung des hinteren Nasennerven vom Gaumen-Keilbein-Ganglion auf die Speicheldrüsen-Nerven sich fortpflanzen kann. Bekannt ist, dass auch psychische Eindrücke die Absonderung des Speichels vermehren, wie dies bei allen Reactionen stattfindet, bei denen die erhöhte Nerventhätigkeit eine Rolle spielt.

Es ist nicht leicht sich eine bedeutende Menge reinen Speichels zu verschaffen, und deshalb hat man über die Eigenschaften desselben die verschiedenartigsten Angaben gemacht. Tiedemann und Gmelin untersuchten den Speichel der sich bei Tabacksrauchern absonderte. Es musste hierbei nothwendiger Weise viel Schleim den Speichel verunreinigen, und ausserdem auch die Destillationsprodukte des Tabacks, von denen Zeise nachgewiesen hat, dass sich darin Brandöl, Paraffin, Brandharz, Essigsäure, Buttersäure, Ammoniak und andere Stoffe befinden. Diese letzteren könnten sich dem Speichel beimischen. Von der Essigsäure können wir mit Bestimmtheit behaupten, dass sie nicht im Speichel enthalten sei,

da sie niemals im lebenden Organismus auftritt; Buttersäure könnte sich auch wohl in reinem Speichel finden, sie ist nicht ohne Verbreitung im thierischen Körper; sie erscheint im Schweiss, dem Magensaft, dem Harn, in der Milch, im Blute, namentlich bei schwangeren Frauen.

Das Anstechen des Stenonschen Ganges, das Sammeln des Speichels aus einer Fistel kann niemals eine ganz normale Flüssigkeit liefern. Am besten ist es, den Speichel Morgens nüchtern ausfliessen zu lassen, nachdem man die Mundhöhle mit Wasser ausgespült, und durch Räuspern allen Schleim entfernt hat.

Die Quantität des Speichels die täglich abgesondert wird, steht nicht ganz fest. Nuck giebt sie auf 256—384 Grammen an; Mitscherlich erhielt bei einer Fistel 65—95 Gr. aus Einer der Parotiden, und meint, dass die übrigen Drüsen wohl sechsmal so viel geben könnten. Hier jedoch war krankhafte Affection, wie dies schon die saure Beschaffenheit des Speichels beweist. Bei Mercurialkrankheiten steigt diese Menge enorm. Turner schätzt die während der ganzen Kur entleerte Speichel-Menge auf 120 Pfund.

Das specifische Gewicht des Speichels schwankt zwischen 1,0042 und 1,007. Es kann selbst bis gegen 1,009 steigen. Ist er nicht mit Schleimflocken gemischt, so ist der Speichel wasserhell, etwas bläulich, und setzt nach langem Stehen keinen Bodensatz ab, sonst scheiden sich die Epitheliumzellen aus ihm ab. Er ist klebriger als Wasser, und zieht Fäden. Der gewöhnlich gesammelte scheidet sich im Cylinder in zwei Schichten, deren untere trübe erscheint, aus welcher durch Wasser ein zusammenhängender Schleim ausgefällt wird. Gerbsäure und Alkohol trüben den Speichel; beim Erwärmen klärt er sich, trübt sich wieder bei Erkältung, Alkalien fällen nichts aus ihm, Mineralsäuren gegen $\frac{1}{10}$ Procent.

Die Reaction des Speichels gegen Pflanzenfarben ist verschieden angegeben. Im normalen Zustande ist er immer sehr schwach alkalisch. Lakmuspapier ist dagegen nicht empfindlich genug. Georginen-Papier zeigt diese Reaction deutlich. Bei Kindern soll er oft sauer sein; namentlich wenn er lange

im Munde verweilte. Dass er nach Saturation durch Säuren wieder alkalisch werde, tritt wohl nur ein, wenn er sich zersetzt hat. Donné hält die saure Reaction für ein untrügliches Zeichen eines Verdauungsleidens, was nicht immer der Fall ist. Brugnatelli giebt an, bei einem sehr reducirten Venerischen eine Menge freier Oxalsäure gefunden zu haben, was noch sehr der Bestätigung bedarf.

Sauer erscheint der Speichel meist bei acutem Rheumatismus, Reizung des Magens und Darmkanals, starker fieberhafter Krankheit. Die Säure ist, wie Lehmann nachgewiesen, Milchsäure. Leuwenhoeck fand zuerst Körnchen im Speichel, die später von allen anderen Beobachtern gesehen worden sind. Sie sind grösser als Blutkörperchen. Neben ihnen kommen stets noch Epitheliumzellen im Speichel vor. Jene haben einen Durchmesser von $\frac{1}{200}$ — $\frac{1}{300}'''$, keinen Kern, der jedoch nach Behandlung mit Essigsäure als ein zusammengesetzter erscheint.

Die Bestandtheile des Speichels sind nach mehreren Beobachtern folgende:

Berzelius fand in 1000 Theilen:

Wasser	992,9
Speichelstoff	2,9
Schleim	1,4
Fleischextrakt mit milchsaurem Alkali	0,9
Chlornatrium	1,7
Natron	0,2
	1000,0

Simon fand in 1000 Theilen:

Wasser	991,225
Speichelstoff mit Extrakt. Substanz	4,375
Extrakt-Substanz mit Salzen	2,450
Album. Schleim, Zellstoff	1,400
Cholestearinhaltiges Fett	0,525
	100,000

Tiedemann und Gmelin fanden im Speichel des Tabackrauchenden in 100 Theilen des Rückstandes:

In Alkohol, nicht in Wasser lösliche Substanz, (phosphorhaltiges Fett), und sowohl in Alkohol als in Wasser lösliche Stoffe: Fleischextract, Chlorkalium, milchsaures Kali, Schwefelcyankalium	31,25
Aus der Lösung in kochendem Alkohol beim Erkalten niedergefallene thierische Substanz mit schwefelsaurem Kali und etwas Chlorkalium	1,25
Nur in Wasser lösliche Stoffe: Speichelstoff, vieles phosphorsaures, etwas schwefelsaures Alkali und Chlorkalium	20,00
Weder in Wasser noch in Alkohol lösliche Substanz, Schleim, Eiweiss, kohlensaures und phosphorsaures Alkali	40,00
Verlust (Wasser?)	7,50

Mitscherlich fand in 66½ Grammen:

1,21 Rückstand; 0,281 davon war in Wasser und Alkohol unlöslich; 0,352 in Wasser löslich; unlöslich in absolutem Alkohol; 0,192 löslich in beiden. Diese Verhältnisse schwankten jedoch.

100 Gr. Speichel brauchten zur Neutralisation 0,196 und 0,223 Gr. wasserfreier Schwefelsäure, woraus ein Natrongehalt von 0,153—0,174% sich berechnet. Die unorganischen Bestandtheile auf 100 Th. Speichel waren:

Chlorcalcium	0,180
Kali (an Milchsäure gebunden)	0,095
Natron (.)	0,024
Natron, wahrscheinl. an Schleim geb.	0,164
Phosphorsaure Kalkerde	0,017
Kieselsäure	0,015

Hünefeld giebt auch Ammoniaksalze im Speichel an. Die festen Bestandtheile sind übrigens ihrer Quantität nach sehr verschieden.

Tiedemann und Gmelin fanden sie schwankend zwischen 0,9—1,19%; Berzelius zu 0,707%; Simon 0,87%. Ich erhielt fast immer 1%.

Beim Abdampfen wird der Speichel sauer, wahrscheinlich durch Zerlegung der organischen Stoffe darin; eine Oxydation ist nicht die Ursache, da die Wasserstoff-Atmosphäre die Reaction nicht verhindert.

Der im Wasserbade eingetrocknete Speichel hinterlässt einen gelblichen, durchsichtigen, gummiähnlichen Rückstand, der zum Theil durch Alkohol aufgenommen wird. Dies ist das Fleischextrakt, etwas Chlorkalium, Chlornatrium, milchsaures Alkali. Die Menge des Natrons übersteigt die des Kalis bedeutend, daher der Speichel vor dem Löthrohr eine starke Natronreaction giebt. Der in Alkohol unlösliche Rückstand giebt unter dem Mikroskop mit Säuren deutliche Gasblasen von sich entwickelnder Kohlensäure.

Im Alkohol ist noch ein nicht weiter untersuchtes phosphorhaltiges Fett aufgelöst.

Die alkoholische Speichellösung hat dieselbe Eigenschaft wie der Speichel selbst, nämlich Eisenoxydsalze blutroth zu färben. Treviranus sah diese Erscheinung zuerst; Tiedemann und Gmelin suchten darzuthun dass diese durch die Gegenwart von Schwefelcyankalium herbeigeführt würde. Ich finde in beiden Reactionen die grösste Aehnlichkeit, und wenn die Beweise, welche vorgebracht worden sind, für die Gegenwart des Schwefelcyankaliums auch noch nicht ganz erschöpft sind, so ist doch die grösste Wahrscheinlichkeit dafür. Die Versuche müssen im Grossen wiederholt werden; und da Mercurialspeichel gleichfalls die Reaction zeigt, so kann man diesen wohl dazu mit Vortheil benutzen.

Ohne hier auf die Sonderbarkeit eingehen zu wollen, dass sich eine giftige Substanz im Speichel finden solle, und bei den Hypothesen zu verweilen, welche aufgestellt worden sind, um die Bildung dieses Stoffes zu erklären, so will ich hier nur bemerken, dass Schwefelblausäure erstens bei Weitem nicht so giftig ist, wie die Blausäure, und dass Schwefelcyankalium nicht sehr stark giftige Eigenschaften besitzt. Ich habe selbst in einem Tage mehr Schwefelcyankalium zu mir genommen, als mein Speichel in einem Monate enthalten konnte, ohne die geringste böse Folge. Ein kleiner junger Hund er-

hielt $1\frac{1}{2}$ Drachmen, wurde darnach von Zittern, Würgen, Schlingbeschwerden, Erbrechen, Erweiterung der Pupille, vorübergehender Lähmung der hinteren Extremitäten befallen, und war nach 24 Stunden wiederum genesen, bis auf zurückbleibende Schlingbeschwerden, die später sich gänzlich verloren.

Besonders aber ist es eine sehr unbegründete Idee, welche Eberle ausspricht, wenn er meint, die Zerlegung des Speichels durch Affecte u. s. w. sei deshalb eine gefahrbringende, weil die Schwefelblausäure ausgeschieden würde; und sie auch in den verdorbenen Würsten suchend, steht er nicht an, die Aqua Tofana durch sie zu einem wirksamen Gifte machen zu wollen. Dass irgend eine Krankheitserscheinung sich aus dem Gehalt an Schwefelcyanverbindungen des Speichels erklären liesse, ist durchaus nicht möglich; die Menge derselben ist viel zu gering. Am allerwenigsten kann das Wuthgift der Hunde hierher gezählt werden, namentlich da Hertwig fand, dass auch Blut toller Hunde eingeimpft, die Wuth erzeugte.

Auch darf man nicht das Gift der Schlangen, Spinnen u. s. w. hierher rechnen, denn weit entfernt, im Speichel zu bestehen, ist dasselbe ein besonderes Secret, welches in eigenen Organen abgesondert wird. Das Eigenthümliche bei diesem, wie bei fast allen anderen thierischen Giften, ist, dass sie nur dem Blute unmittelbar beigemischt, schädlich wirken, nicht aber auf dem Verdauungswege in den Körper gebracht Gefahr bringen.

Der Rückstand des abgedampften, mit Alkohol ausgezogenen Speichels enthält nun meist Schleim und den eigenthümlichen Speichelstoff, Ptyalin. Man hat das Vorkommen desselben sehr ausgedehnt annehmen wollen, da er jedoch wenig charakterisirt ist, so wird sich in den wenigsten Fällen in denen man ihn wahrgenommen hat, seine Gegenwart mit Sicherheit bestimmen lassen.

Bird sucht dagegen zu zeigen, dass der Speichelstoff ein modificirter, mit anderen Stoffen vermischter Schleim sei.

Berzelius beschreibt die Eigenschaften des Ptyalins folgendermaassen: Seine Auflösung in Wasser ist schleimig, Ko-

chen trübt sie nicht; nach dem Verdunsten bleibt es ungefärbt und durchsichtig zurück. Mit Wasser übergossen wird es undurchsichtig, schleimig, löst sich dann klar, und wird darauf nicht durch Gerbsäure, Quecksilberchlorid, Bleiessig und starke Säuren gefällt. Tiedemann und Gmelin fanden den Speichelstoff bräunlich, bei jedesmaligem Eintrocknen und Auflösen einen Rückstand lassend. Da die Flüssigkeit durch Säuren nicht gefällt wird, so ist nicht Käsestoff die Ursache. Wenn man beim Eindampfen das Natron durch Essigsäure neutralisirt, so wird die Substanz weniger verändert.

Ist der Speichelstoff entfernt, so bleibt ein undurchsichtigen Schleim zurück, welcher kein Eiweiss ist, das der Speichel überhaupt nicht enthält.

Brett hat besonders die Abwesenheit dieses Stoffes nachzuweisen gesucht.

Der Speichelschleim ist in Wasser ganz unlöslich, mit Säuren benetzt, gerinnt er; diese lösen ihn nicht wie den Nasenschleim, ziehen auch keine Knochenerde aus, welche mit ihm sehr innig verbunden ist, und beim Einäschern zurückbleibt. Alkalien lösen den Schleim, mit unbedeutendem, nicht aus Knochenerde bestehenden Rückstande.

Simon fand in den Speichel eines an Ozaena leidenden Pferdes eine Proteïnverbindung, welche er mit Käsestoff zu vergleichen sucht. Lehmann fand eine ähnliche im Speichel eines Salivirenden, und auch von Gesunden. Sie unterscheidet sich wesentlich vom Ptyalin, und scheint sich gewöhnlich dem Schleime beizumischen. Ist der Speichel, ohne durch Essigsäure neutralisirt zu sein, filtrirt, so bildet sich ein gerinnbares Häutchen auf der Oberfläche, das aus jener schwefelhaltigen Proteïnverbindung besteht. Essigsäure fällt sie zum Theil, löst sie jedoch auch theilweis. Chlorwasserstoffsäure, Essigsäure, Kaliumeisencyanür reagiren gegen sie, wie gegen Proteïnverbindungen.

Ueber die Einwirkung des Speichels bei der Verdauung ist man sehr verschiedener Ansicht. Während einige denselben nur zum Befeuchten der Schlingwerkzeuge wissen wollen, so finden andere in ihm ein wesentliches Mittel zur Ver-

dauung. Beaumont glaubt bei seinen Versuchen gleichfalls keine besondere Wirksamkeit des Speichels bei der Verdauung gesehen zu haben; er meint sogar, dass Speichel die Wirksamkeit des Magensaftes schwäche. Schultz, der die Existenz des Magensaftes leugnet, will im Speichel allein die zur Verdauung nöthige Flüssigkeit finden.

Man hat nicht versäumt, dem Speichel ebenso antiseptische Eigenschaften beizulegen wie dem Magensafte; Pringle hat darüber Versuche angesteltt, welche diese Ansicht bei ihm befestigt haben. So hat man auch dem Speichel eine besonders für die Wunden heilende Kraft zugeschrieben, und namentlich deshalb, weil die Thiere sie sich zu lecken pflegen; es ist dies jedoch gewiss nichts als der Instinct, die Wunden durch Lecken zu reinigen.

Wenn gleich die Meinung von Pearson, Montégre, Magendie, Paris u. A., dass der Speichel eine Hauptrolle während der Verdauung selbst spiele, etwas zu weit gestellt ist, so haben wir doch einige Erscheinungen, welche freilich darauf hinweisen, dass er nicht ohne Einfluss sein kann. Die Versuche von Spallanzani schon haben dies bewiesen, und auch andere Beobachter bestätigen es.

Jedenfalls ist der Speichel ein Stoff, welcher die Gährung einer Anzahl von Stoffen erleichtert, und sie, vielleicht noch mehr wie gewönliches Wasser erweicht. Diese Erscheinung, besonders in neuerer Zeit hervorgehoben, ist schon seit sehr langer Zeit bekannt. Man hat daraus die Leichtigkeit erklärt, mit welcher die Amylonhaltigen Substanzen in weinige Gährung übergehen, wenn sie mit Speichel gemischt sind; eine Erfahrung, welche bei den wilden Völkern Afrika's und Amerika's bekannt ist, die aus gekauten Wurzeln und Saamenkörnern, die sie der Gährung unterwerfen, sich berauschende Getränke zu verschaffen. Tiedemann und Gmelin fanden, dass eingespeichelte Haferkörner leicht sauer werden. Leuchs fand, dass die Stärke mit Leichtigkeit durch Speichel in Zukker umgewandelt würde, eine Beobachtung, die Schwann später bestätigt und erweitert hat. Versuche welche ich angestellt habe, zeigten mir gleichfalls, dass Speichel als ein

Ferment wirkt, und somit kann man wohl mit Recht annehmen, dass die Wirksamkeit bei der Verdauung nicht allein sich auf das Erleichtern beim Hinabschlingen bezieht. Kauen und Einspeicheln gehen Hand in Hand, und die gekaute, von Speichel durchdrungene Substanz wird leichter verdaut, als die nur zerkleinerte; wenigstens bei der künstlichen Verdauung. Jedermann weiss, wie leicht Speisereste zwischen den Zähnen im Munde faulen. Es ist dies besonders auf die Gegenwart des Speichels zu schieben. Bei einem Manne, der mit einer seitlichen taschenartigen Erweiterung in der Speiseröhre behaftet war, die sich leicht mit festen Speisen anfüllte, fand ich dieselben noch nach zwei Tagen nicht stinkend.

Ein anderer Einfluss den der Speichel noch bei der Verdauung ausüben kann, ist wohl der, dass er Luft einschliesst, welche auf diese Weise mit dem verschluckten Speishel in den Magen gelangt, und dort durch die Gegenwart des Sauerstoffes die Verdauung befördert.

Ausser den schon oben erwähnten Absätzen aus dem Speichel, welche sich an die Zähne festsetzen (p. 138), kommen noch andere Concretionen vor, die Speichelsteine, welche sich in den Speichelgängen absetzen. Die Zusammensetzung derselben ist verschieden, wie man aus folgenden Analysen ersehen kann.

	Esel.	Pferd.	Pferd.	Pferd.	
	Caventou.	Lassaigne.	Henry.	Wurzer.	
Kohlens. Kalkerde	91,6	84	85,52	80,50	87,5
Kohlens. Talkerde	—	—	7,56	—	—
Phosphors. Kalkerde	4,8	3	4,40	2,50	2,9
Phosphors. Talkerde	—	—	—	0,25	0,6
Eisenoxyd	—	—	—	0,70	—
Manganoxyd	—	—	—	0,30	—
Chlornatrium	—	—	—	1,00	0,5
Kohlensaures Natron	—	—	—	1,75	0,9
				lösl. i. Wasser	
Thierische Substanz	3,6	9		8,60	7,0
			2.42	unlösl. i. Wasser	
				4,40	—
Wasser	—	3		—	—

Bei den verschiedenen Thieren ist der Speichel in manchen Bezeichnungen auch verschieden. So röthet der des Hundes keine Eisenoxydsalze, wohl aber der des Schafes und des Pferdes.

Durch Krankheiten wird der Speichel oft wesentlich verändert; Mercurialspeichel enthält häufig viel Eiweiss, auch Fett und Quecksilber. Vogel fand jedoch bei freiwillig eintretender Salivation Quantität und Qualität der Bestandtheile fast gar nicht verändert.

Während der Speichel im Grunde bei der Verdauung selbst nur eine ziemlich untergeordnete Rolle spielt, so findet man in dem Magen selbst, bei den Wiederkäuern im vierten Magen eine Flüssigkeit, deren Bedeutung man schon früher eingesehen hat, deren eigenthümliches Verhalten indessen erst in neuerer Zeit genauer untersucht worden ist; den Magensaft.

Die zahlreichen Untersuchungen welche wir über den Magensaft besitzen, haben zum Theil völlig widersprechende Resultate geliefert. Die gründlichsten Untersuchungen, welche fast alle diese Widersprüche lösen, verdanken wir Prout, Tiedemann und Gmelin, Braconnot, Beaumont, Eberle, Schwann, J. Müller, Lehmann u. A.

Die inneren Wände des Magens sondern, wie eine jede Schleimhaut eine Flüssigkeit ab, welche indessen an diesem Orte eine ganz specifische Verschiedenheit von den übrigen Flüssigkeiten zeigt. Die innere Struktur der Schleimhaut ist auch, wie sie unter dem Mikroskop erscheint, eine eigenthümliche. Sprott Boyd hat sie genauer untersucht. Beim Menschen ist sie überall von kleinen regelmässigen Zellen bedeckt. deren Durchmesser verschieden, von $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{350}'''$, am Pylorus am bedeutendsten $\frac{1}{100}'''$ ist. Der Boden dieser Zellen zeigt eine grosse Menge kleiner Oeffnungen, welche die Ausmündungen von Röhrchen zu sein scheinen. Hin und wieder bemerkt man, dass die Schleimhaut Zotten und Falten bildet.

Die Magenschleimhaut hat verschiedene Funktionen zu erfüllen; indem sie Einmal als Schleimhaut im Allgemeinen, Einmal als Magenschleimhaut auftritt, wenn sie in ihrer an-

deren Beschaffenheit nicht würde ausreichen können. Manche Thiere haben neben der Magenschleimhaut noch besondere Apparate, in denen der Magensaft abgesondert wird, so dass die Function der Magenschleimhaut in zwei Organen erfüllt wird, die bei dem Menschen und den meisten Thieren vereinigt werden.

Schon Réaumur beobachtete, was Spallanzani später bestätigte, dass keinesweges das Zermalmen der Speisen, wie es die hühnerartigen Vögel zeigen, durch die Reibung und Pressung der Magenwände auch bei den anderen Thieren die Ursache der Verdauung sei, und sprach dem Magensafte sein Recht zu. Obgleich sich diese und andere Gelehrten Magensaft zu verschaffen suchten, so fand man diese so verschieden, dass einige ihn sauer, andere alkalisch nannten. Carminati wies zuerst nach, dass der nüchterne, und der während der Verdauung eben abgesonderten Magensaft wesentlich, auch der Reaction nach, verschieden sei.

Prout's Untersuchung brachte die Sache sehr viel weiter. Er zeigte, dass die Substanz sauer sei, und zwar durch freie Chlorwasserstoffsäure. Er leugnete die Gegenwart einer organischen Säure; namentlich die der Milchsäure, jedoch mit Unrecht. Milchsäure ist in der That in dem Magensafte enthalten, namentlich nach dem Genusse von vegetabilischen Nahrungsmitteln. Es ist möglich, dass sie wenigstens zum Theil aus den Speisen selbst entsteht, und sich in dem Magensafte selbst nur in geringer Menge befindet. Die Ansicht von Blondlot, als sei die Säure nur saurer phosphorsaurer Kalk, ist durch Lassaigne mit Recht bestritten worden.

Tiedemann und Gmelin, unbekannt mit Prout's Untersuchung, fanden gleichfalls die Anwesenheit der freien Salzsäure im Magensaft, und beachteten namentlich den Unterschied, der zwischen dem leeren und dem verdauenden Magen stattfindet. Jenen fanden sie zusammengezogen, auf der inneren Seite gerade so feucht, als nöthig ist, ihn zu benetzen, wie eine jede andere Schleimhaut; die hieraus gesammelte Flüssigkeit von einem Pferde war fast völlig neutral, kaum sauer, mit vielem Schleime gemischt. Sehr wenig festen Rück-

stand lassend, zeigt dieser die grösste Aehnlichkeit, mit dem des gewöhnlichen Schleimes. Prevost und Le Royer fanden im Magensaft nüchterner Wiederkäuer sehr viel kohlensaures Alkali; der dritte und vierte Magen enthielt eine säuerliche Flüssigkeit. Durch mechanische Reize wird schon der eigenthümliche saure Magensaft abgesondert. Wird der Reiz durch kohlensaure Kalkerdestückchen ausgeübt, so ist der Saft natürlich nicht sauer; dafür enthält er Chlorcalcium. Die flüchtige Säure, welche nach dem Genuss von Hafer, Erbsen u. s. w. bei verschiedenen Thieren gefunden wurde, war sicher nicht Essigsäure, für welche man sie gewöhnlich zu halten geneigt war, sondern Buttersäure.

Ein glücklicher Zufall hat vor einiger Zeit, wenigstens über einige Punkte der Verdauung mehr Licht verschafft, als die früheren Untersuchungen im Stande waren. Ein junger englischer Soldat hatte eine Schusswunde in der Regio epigastrica erhalten, welche in den Magen eingedrungen war, und so heilte, dass die Bauchwände mit den Magenwänden zusammenwuchsen, so dass eine Magenfistel entstand. Blondlot hat später ein ähnliches Verfahren angewendet, um die Verdauung von Thieren zu studiren, und sich Magensaft zu verschaffen, indem er ihnen auch eine Fistel beibrachte.

Beaumont nahm jenen jungen Mann in seine Dienste, und stellte sorgfältige Beobachtungen an ihm an. Beaumont hat auch den Magensaft selbst untersucht, und gefunden, dass der nüchterne Magen keinen Magensaft enthielt, dass die ihn innen benetzende Flüssigkeit nicht sauer reagire. Tritt die Speise in den Magen, so beginnt die Absonderung des Magensaftes; dieser ist immer sauer. Eine jede andere Reizung bewirkt die Absonderung des Saftes. Dieser wird von kleinen hellen Punkten oder Pupillen abgesondert. Die chemische Analyse des Saftes konnte, da er in zu geringer Menge gesammelt wurde, zu keinem besonderen Resultate führen. Die verschiedenen Salze, organische Substanzen und die freie Säure, welche sich im Magen finden, sind auch nicht geeignet, die eigenthümliche Wirkung, welche dieser Stoff auf die verdaulichen Substanzen ausübt, zu erklären. Eberle fand,

dass der thierische Stoff, welcher darin enthalten ist, mit der freien Säure zusammen, die merkwürdige chemische Reaction ausüben, welche man eine katalytische, oder eine Contacterscheinung nennen kann. Die eigenthümliche Wirkung hat Schwann einem besonderen Stoffe zugeschrieben, und diesen Pepsin genannt. Man hat sich vergebens bemüht, dasselbe chemisch rein darzustellen, doch scheint ein solcher Stoff in der That zu existiren. Wasmann hat versucht, diesen Stoff zu isoliren, und zwar indem er die Drüsenhaut des Magens reinigt und einige Stunden bis 30° — 35° mit reinem Wasser digerirt. Die Haut wird von neuem gewaschen und dann kalt mit Wasser digerirt und ausgewaschen; das Waschwasser filtrirt, mit essigsaurem Bleioxyd gefällt, der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zerlegt, und die Lösung durch Alkohol niedergeschlagen. Die weissen, durch Trocknen gelblich werdenden Flocken sind das Pepsin. Es löst sich leicht in Wasser, hält hartnäckig Säuren zurück, so dass es immer sauer reagirt; die Lösung wird durch wenig Säure getrübt, durch mehr geklärt, und endlich durch einen Ueberschuss wieder gefällt. Das Pepsin hat nun die Eigenschaft, in einer sehr verdünnten Lösung ($\frac{1}{60000}$) coagulirtes Eiweiss aufzulösen. Diese Eigenschaft behält es sogar in seinen Verbindungen mit Metalloxyden bei. Obwohl die Lösung leicht fault, so behält sie doch die verdauende Eigenschaft lange bei. Es scheint nun in der That, dass das Pepsin zwar im Magensaft allein die verdauende Rolle spiele, dass seine Bildung aber nur durch die Einwirkung der freien Säure, die von dem Magensaft abgesondert wird, auf der Schleimhaut beruht. Wenn man irgend eine Schleimhaut mit Säure behandelt, so erhält dieselbe die Fähigkeit von dieser zu verdauen, und Eberle's künstliche Verdauung, das erste Experiment in dieser Beziehung, wies nach, dass zu der Verdauung, d. h. zur Auflösung des Nahrungsmittels keineswegs die Lebenskraft erforderlich sei, sondern nur dieses sogenannte Verdauungsprincip und die passende Temperatur; die des Magens selbst. Man ist schon im Stande, die künstliche Verdauung auch ohne Magenschleimhaut zu bewerkstelligen, indem man aus anderen Substanzen

das Pepsin erzeugt. Wir kennen nicht die Zusammensetzung des Pepsin,*) wissen auch nicht ob und wie es sich selbst bei der Verdauung verändert, und ob seine eigene Veränderung nothwendig mit der Veränderung des Nahrungsmittels zusammenhängt. Wahrscheinlich ist es, wenn wir den Process auf die Analogie mit der Gährung und der Veränderung der, dieselben bedingenden Hefensubstanz zurückführen.

Man hat die Verdauung mit der Einwirkung der Schleimhaut auf die organischen Stoffe allein in Uebereinstimmung bringen wollen, doch mit Unrecht, obwohl es unmöglich ist, dass diese Einwirkung hier ganz ausgeschlossen sein sollte. — Eine sehr wichtige, lange nicht beachtete Beobachtung von Gay-Lussac ist die verändernde Kraft, welche die thierische Schleimhaut, und andere thierische Substanzen auf gewisse organische Stoffe ausübten. So ist z. B. Laab bis in infinitum im Stande Zucker, Milchzucker, Mamit, Dextrin bei einer Temperatur von 30°—40° in Milchsäure zu verwandeln. Dabei wird kein Gas entwickelt. Der Zucker aber verwandelt sich erst in Mannit, dann in Milchsäure. Eine ähnliche Wirkung wird auf die pflanzensauren Alkalien ausgeübt, welche dabei in Kohlensäure umgewandelt werden.

Wenn diese Reactionen auch an die erinnern, welche im thierischen Organismus vorgehen, und wenn sie in demselben wirklich auftreten müssen, so sind sie doch nicht die allein wirkenden. So werden, wie wir oben gesehen haben, die pflanzensauren Alkalien im Harn als kohlensaure aufgefunden; die Umwandelung geht durch die thierische Haut vor sich, aber wahrscheinlich nur während der Resorption. Dagegen, dass jene Einwirkung der Schleimhaut auf den Milchzucker die Gerinnung der Milch hervorbringe, indem zuerst nur Milchsäure gebildet werde, welche dann selbst gerinnenmachend wirkt, spricht der Versuch von Mitscherlich: 1000 Gr. er-

*) Aug. Vogel hat dieselben untersucht, und gefunden, dass darin 57,7 C; 5,7 H; 21,1 N; 15,5 O enthalten sind. Diese Angabe muss bestätigt werden. Vogel hat das aus dem Schweinemagen gewonenne Pepsin untersucht.

wärmter Milch werden schon durch 0,02 trockenen Rückstandes der Schleimhaut vom vierten Kalkmagen coagulirt; löst man nun so viel Milchzucker in Wasser, als in 1000 Gr. Milch enthalten ist, und versetzt die Flüssigkeit mit einer bestimmten Menge des Wasserauszugs des Kalbmagens, so erzeugt sich in derselben Zeit, in welcher durch die gleiche Menge die Milch zum Gerinnen gebracht wird, so wenig Milchsäure dass dieselbe kaum Lakmus röthen kann.

Das Pepsin kann nicht anders betrachtet werden, als eine der am kräftigsten wirkenden Contactsubstanzen, welche an Wirksamkeit bei Weitem die Hefe zu übertreffen scheint.

Während unsere Kenntnisse von den Verdauungssäften des oberen Theils des Digestionsapparates ziemlich vollständig sind, so kennen wir dagegen fast gar nicht die Flüssigkeiten, welche in dem Darmkanal selbst abgesondert werden. Der Darmsaft wird in der ganzen Länge derselben durch zerstreute Drüsen ausgeschieden, vermischt mit Schleim; im oberen Theile des Darmkanals noch sauer, weiter unten völlig neutral. Eiweiss und Käsestoff, nebst Extractivstoff wurde von Tiedemann und Gmelin darin gefunden; bei Pferden eine durch Chlor sich röthende Substanz. Bei Fleischfressern ist der Saft des Blinddarms sauer, bei Pflanzenfressern alkalisch, bei Pferden selbst saures kohlensaures Natron haltend. Alle Untersuchungen hierüber haben noch kein nutzbares Resultat geliefert, da man unreine Substanzen vor sich hatte; den Saft, vermischt mit Galle, Speiseresten u. s. w. Eben so, wie der Magensaft durch erhöhte Reize in grösserer Menge abgesondert wird, so auch der Darmsaft, dem sich dann die Schleimsecretion zugesellt. Die Substanz, welche bei Abführungsmitteln ausgeschieden wird, ist nicht endosmotisch ausgeschiededenes Wasser, sondern durch solche Reize abgesonderter Darmschleim und Darmsaft.

Ausser den Verdauungssäften, welche in dem eigentlichen Verdauungscanal selbst abgesondert werden, haben wir nun noch namentlich zwei Substanzen zu betrachten, deren Einwirkung bei der Digestion von Wichtigkeit ist, und welche, in Anhängen von dem Darmkanal abgesondert, sich unterhalb des

Magens in denselben ergiessen. Es ist dies der pankreatische Saft und die Galle.

Das Pankreas, oder die Bauchspeicheldrüse sondert in beträchtlicher Menge eine klare, etwas opalisirende, bläulichweisse, fadenziehende Flüssigkeit ab, welche von einigen Physiologen und Chemikern für ein Analogon des Speichels gehalten wird. Leuret und Lassaigne behaupten die Identität des pankreatischen Saftes mit dem Speichel nachgewiesen zu haben, jedoch zeigte die Untersuchung von Tiedemann und Gmelin, welche den Saft bei lebenden Hunden Pferden und Schafen untersuchten, dass beide wesentlich von einander verschieden seien. Anfangs reagirt der Saft beim Ausfliessen ein wenig sauer; tritt Erschöpfung des Thieres durch die Operation ein, so wird er alkalisch. Der Saft bei Hunden zeigte einen festen Rückstand von 8,7%, bei Schafen von 4—5%. Dieser bestand aus vielem Eiweiss, etwas Käsestoff, weniger freien Säure, milchsauren, salzsauren, schwefelsauren, phosphorsauren Kali und Natron, kohlensauren und phosphorsauren Kalk. Bei Hunden war eine ähnliche Substanz wie in dem Darmsafte vorhanden, welche sich durch Chlor röthete.

Vom Speichel ist der pankreatische Saft daher wesentlich, ausser durch die geringere Menge von Wasser, noch durch die bedeutende Quantität von Eiweiss und den Mangel von Speichelstoff unterschieden.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass der Saft allein als Zufuhr von Flüssigkeit hier dient, sondern mehr dass die Stoffe wesentlich zur Chylification beitragen. Freilich hat der pankreatische Saft selbst keine verdauende Kraft, und kann die pepsinhaltenden Substanzen nicht ersetzen; doch scheint er, mit Pepsin versetzt, viel wirksamer zu sein, als die wässrige Lösung desselben.

Das Pepsin allein würde bei Weitem nicht die Veränderungen der Speisen hervorzurufen im Stande sein, wenn es in rein wässriger Lösung im Organismus vorhanden wäre; und die künstliche Verdauung giebt ein unrichtiges und mangelhaftes Bild von der Verdauung selbst, so lange man nicht an-

dere Substanzen, welche in dem Darmkanal mit den Speisen zusammenkommen, mit Pepsin vermischt auf die Speisen einwirken lässt, erst dann kann man die Chylification gründlich untersuchen, und die Veränderungen studiren, welche dabei vorgehen.

Zugänglicher als die angeführten Substanzen ist für Chemiker und Physiologen die Galle gewesen, welche denn auch den sorgfältigsten Untersuchungen unterworfen worden ist. Ihre äusseren physikalischen Eigenschaften sind bei den verschiedenen Thieren ziemlich gleich, und selbst die chemischen Bestandtheile scheinen nicht wesentlich von einander verschieden zu sein. Bei den meisten Thieren wird die Galle bei ihren Absonderungen der Leber in einen besonderen Sack, der Gallenblase aufgefangen, während sie bei anderen Thieren ununterbrochen in den Darmkanal abfliesst, woraus sich der Volksglaube bildet, als hätten diese Thiere keine Galle.

Von dunkeler, grüngelber Farbe, moschusähnlichem Geruch, bitterem Geschmack, zeigt diese dickflüssige Substanz, gewöhnlich ein neutrales Verhalten gegen Pflanzenfarben, ein specifisches Gewicht von circa 1,025 — 1,030. Zuweilen auch bei Menschen völlig farblos, zeigt sie dennoch immer den bitteren Geschmack. — Früher hegte man die Ansicht, die Galle sei eine Art von Seife, und bestehe aus Harz, Fett und Natron; eine Ansicht, welche durch die neueren Chemiker mit eben so viel Erfolg als Unrecht bekämpft worden ist. Thénard, und nach ihm Chevreul untersuchten zuerst die Zusammensetzung der Galle nach anderen Methoden als die früheren Chemiker; Berzelius widmete sich darauf mit grosser Sorgfalt diesem Gegenstande, den er öfters wieder aufnahm, und L. Gmelin suchte durch besondere und neue Verfahrungsweisen, diesen Untersuchungen noch mehr Genauigkeit zu verleihen, als bisher geschehen war. Indessen geriethen die Naturforscher hierbei auf Klippen, welche schwierig zu umgehen waren, und die grosse Menge von Verbindungen welche nach und nach in der Galle aufgefunden worden waren, welche bei Betrachtung dieses Gegenstandes wieder

Schwierigkeiten erwecken mussten, waren nicht sowohl Edukte aus den untersuchten Stoffen, als Produkte.

Die Untersuchungen von Demarçay und die späteren, welche Liebig veranstaltete, haben nachgewiesen, dass die ältere Ansicht, die Galle als eine Seife zu betrachten, der Hauptsache nach, sehr richtig sei, und haben ferner gezeigt, dass die Verhältnisse, welche die verschiedenen Bestandtheile derselben darbieten, bei Weitem nicht so verwickelt sind, als es Anfangs erschien.

Die chemischen Eigenschaften und Bestandtheile der Galle sind nun folgende:

In Wasser in jedem Verhältniss löslich und damit mischbar, wird die Galle von Alkohol ebenfalls aufgenommen, jedoch unter Abscheidung eines gallertartig aufquellenden Rückstandes, welcher namentlich aus Gallenblasenschleim besteht. Mit Barytwasser gemischt wird sie farblos, indem die Baryterde mit dem Farbestoff eine unlösliche Verbindung eingeht.

Auch durch Kochen mit Knochenkohle kann leicht der Farbestoff entfernt werden. Obwohl dieser sehr charakteristische Eigenschaften besitzt, und man an ihm die Gegenwart der Galle z. B. im Urin, Blut u. s. w. zu entdecken pflegt, so ist er doch kein unbedingter Bestandtheil der Galle. Es können sehr wohl alle Bestandtheile der Galle in einem schädlichen Uebermaasse im Blute enthalten sein, ohne dass man ihre Gegenwart vermuthet, da der Gallenfarbstoff fehlen kann, wie er denn auch zuweilen in der Galle selbst fehlt. Ich habe die Galle eines Kindes untersucht, in welcher sämmtliche Stoffe der normal zusammengesetzten vorhanden waren, aber der Farbstoff gänzlich fehlte. Dieser ist nun, frisch aus dem Thier genommen, goldgelb, und dunkelt an der Luft, indem er eine mehr grünliche Farbe annimmt. Dabei wird Sauerstoff in nicht unbedeutender Menge absorbirt. In Kali löst sich der Farbstoff, und wird durch Chlorwasserstoffsäure wiederum gefällt; der Niederschlag löst sich jetzt in Ammoniak. Die alkalische Auflösung des Gallfarbstoffs zeigt gegen Salpetersäure ein sehr charakteristisches Verhalten. Die Flüssigkeit wird nämlich zuerst grün, dann blau, dann violett,

roth, endlich gelb, ohne dabei einen Niederschlag zu bilden. War die Galle in Blut, Urin und andere Flüssigkeiten übergegangen, so zeigt sich diese Reaction gleichfalls in demselben. Der Gallenfarbstoff ist eine Säure, oder vielleicht ein Gemisch von zwei Substanzen, welche beide saurer Natur sind. Zerlegt man nämlich die Barytverbindung durch Chlorwasserstoffsäure, so erhält man eine grüne Substanz, die nur zum Theil in Alkohol sich auflöst. Die Zusammensetzung ist nicht bekannt.

Schüttelt man die farblose, alkoholische Gallenlösung mit ihrem doppelten Volumen Aether, so setzt sich die Galle als ein dicker Syrup ab, und der Aether nimmt eine Menge Fett auf. Dieses ist zum grossentheil Cholestearin, dessen Eigenschaften schon oben, (p. 268.), ausführlich beschrieben sind. Meist krystallisirt das Cholestearin noch nicht sogleich aus der ätherischen Lösung, da eine schmierige Fettmasse sich derselben beimischt. Durch Kali, welches dieses letztere verseift, das Cholestearin nicht angreift, lässt sich das letztere rein darstellen. Es hat die Eigenschaften, wie das aus dem Gehirn und andere Theile des Organismus dargestellte.

Die so von Farbstoff und Fett befreite Galle trocknet nun beim Abdampfen zu einer gummiähnlichen Masse ein, welche sich leicht in Wasser und Alkohol löst. Mineralsäuren bringen eine milchige Trübung darin hervor, und finden sich nachher mit Natron verbunden. Essigsaures Bleioxyd, wie die löslichen Silberoxydsalze fällen die Galle theilweis. V o l l s t ä n d i g wird sie niedergeschlagen, durch dreifach essigsaures Bleioxyd; in der Auflösung bleibt durch Ueberschuss des essigsauren Salzes ein Theil der organischen Verbindung gelöst. Alkohol löst den Niederschlag, lässt aber Chlorkalium und phosphorsaures Bleioxyd zurück. Wendet man nicht dreifach basisches Bleioxydsalz an, so bleibt reine Galle ungefällt, welche unter den Namen Bilin und Gallenzucker früher beschrieben worden ist.

Wird die Galle eingeäschert, so giebt die gereinigte einen Rückstand von 11,7% welcher ungefähr 11,16 Th. kohlensaures Natron mit Kali enthält, 0,54 Th. Kochsalz. Eisen und phos-

phorsaures Natron sind gleichfalls darin enthalten, und bei den 11,16 Th. in Anschlag zu bringen.

Die Elemente, welche die gereinigte Galle einschliesst, sind von Kemp untersucht worden. Er fand:

Kohlenstoff	59,90
Wasserstoff	8,90
Stickstoff	3,70
Sauerstoff	20,43
Natron	6,53
Kochsalz	0,57

Zwei andere Analysen gaben sehr ähnliche Resultate.

Die Galle ist wesentlich zu betrachten als eine Salz- oder Seifenartige Verbindung, deren Basis hauptsächlich Natron ist, und deren Säure eine eigenthümliche fettartige Säure darstellt, der man ganz passend den Namen Gallensäure gegeben hat. Démarçay hat diese zuerst rein dargestellt, ihre Zusammensetzung ist $C_{42}\ H_{72}\ N_2\ O_{12}$.

Das saure Natronsalz, welches durch Einwirkung der Schwefelsäure auf die Galle sich bildet, ist sonst für eine eigenthümliche Verbindung gehalten und mit dem Namen Gallenstoff oder Bilifellinsäure bezeichnet worden.

Durch Einwirkung der verdünnten Salzsäure auf die Gallensäure erhält man die stickstofffreie Choloïdinsäure, mit ihm zugleich bildet sich das Taurin, welches durch Gmelin entdeckt, durch Démarçay und Dumas untersucht ist, und dessen Zusammensetzung $= C_4\ N_2\ H_{14}\ O_{10}$ ist, daher wasserhaltiges saures oxalsaures Ammoniak darstellen würde ($C_2\ O_3, N_2\ H_8\ O + C_2\ O_3, H_2\ O + H_4\ O_2$), ohne jedoch Ammoniak als solches zu enthalten, da weder Kali noch Kalk dasselbe daraus entwickeln. Durch Einwirkung der Alkalien auf die Gallensäure entstehen gleichfalls eine Anzahl von Stoffe, welche man früher für eigenthümliche Bestandtheile der Galle angesehen hat. Dahin gehört die Cholinsäure, das Dyslysin, die Fellinsäure, die Cholansäure, die Fellansäure. Ob die von Gmelin dargestellte Cholsäure in der Galle selbst vorhanden sei, oder ein Zersetzungsprodukt der Gallensäure darstellt, muss noch entschieden werden.

Nicht selten bilden die festen Stoffe der Galle in der Blase und den Gallengängen Concretionen, die oft den Abfluss der Galle hemmen, und somit ein Allgemeinleiden neben einem Lokalleiden hervorrufen. Die Galle, als Secretionsprodukt, muss aus dem Blute abgeschieden werden, und ihr Zurückbleiben darin muss ähnliche Störungen hervorbringen, wie die übermässige Einmengung von Harnstoff und anderen Secretionsprodukten in das Blut. Die Krankheitsursache kann eine doppelte sein; einmal eine mechanische, indem die abgeschiedene Galle nicht abfliessen kann, und wieder in das Blut zurückkehrt, jetzt durch den Urin abgesondert wird, sich in alle übrigen Secretionsorgane begiebt, und die Ausführungswege mit Gallenfarbstoff (der allein leicht wahrgenommen werden kann) infiltrirt. Einmal kann die Krankheit eine wirklich organische sein. Die Leber kann ihre Functionen nicht erfüllen, entweder durch Lähmung der sie belebenden Nerven, oder durch Zerstörung ihrer Substanz. Dann bleibt das Secretionsprodukt sogleich im Blute, und es zeigen sich alle dieselben äusserlichen Erscheinungen. Im ersten Falle wird man gewöhnlich die Gegenwart der aufzufindenden Gallensteine durch Abgang kleiner Steine wahrnehmen können. Zuweilen bildet sich ein einziger grosser Stein, welcher die ganze Gallenblase ausfüllt. Auch so grosse Steine werden nicht selten ausgestossen, wodurch dann die Krankheit plötzlich gehoben wird.

Die Bestandtheile der Steine sind gewöhnlich Gallenfett und Farbstoff. Auch die Salze der Galle setzen sich ab, und werden durch Schleim, Fett und Farbstoff zu mehr und minder festen Concretionen vereinigt. — Eine eigenthümliche Substanz bildet die sogenannten Bezoare, wenigstens zum Theil, nämlich die von Göbel entdeckte Lithofellinsäure $C_{40}H_{70}O_{7}+Aq$.

Ueber die Rolle, welche die Galle bei der Verdauung spielt, sind die Chemiker und Physiologen seit langer Zeit in Disharmonie. Während einige die Galle als das Hauptdigestionsmittel ansahen, so leugneten andere ihren Einfluss als solches gänzlich, und betrachteten es nur als eine Excretion welche sich nur in den Darmkanal ergösse, um durch diesen fort-

geführt zu werden. Liebig sieht die Galle als eine Abscheidung unverdauter Stoffe an, welche noch Einmal gesammelt und dem Blute zurückgegeben, nun erst gänzlich umgewandelt werden. — In allen Stoffen der Galle waltet der Kohlenstoff ausserordentlich vor. Wir finden das Cholestearin zu 85$\frac{0}{0}$ C., die Gallensäure zu 64$\frac{0}{0}$ C. haltend, so dass wir hierbei der Ausscheidung dieser Stoffe, neben dem Respirationsprozess einen Abzugskanal für den Kohlenstoff aus dem Organismus haben, während die Nierensecretion ein Hauptmittel ist, die stickstoffreichen Verbindungen aus dem Körper herauszuschaffen. — Dabei können wir nicht in Abrede stellen, dass die Galle selbst bei der Umwandelung der Stoffe im Darmkanal eine Rolle spiele. Sie begünstigt die Gährung, als ein kräftiges Ferment, und sie ist ein Auflösungsmittel für eine Menge von Stoffen, wenn auch kein so kräftiges, als manche Chemiker geneigt sind, anzunehmen. Eben so wenig kann man die Umwandelung des Fibrins in Eiweiss durch die Galle als unbedingt erwiesen betrachten; endlich muss man sehr wohl erkennen, dass die neutrale, oder selbst alkalisch reagirende Galle unmöglich eine dem Magensaft ähnliche Wirkung ausüben könne. Die künstliche Verdauung wird, wie Purkinje und Pappenheim auch sahen, durch Zusatz von Galle und sogenanntes Gallenharz gestört; daher ist es erklärlich, dass wenn nach heftigen Gemüthsaffectionen Galle in den Magen tritt, hier die Verdauung unregelmässig wird.

Demnach kann man der Galle eine besondere Wichtigkeit bei dem Verdauungsgeschäft zuschreiben, aber nicht für Stoffe, welche schon durch den Magensaft allein resorbirbar gemacht werden, also z. B. Eiweiss, Faserstoff, Leim, Käse, Zucker, Stärke, u. s. w., ihre Wirksamkeit bezieht sich vielmehr auf Stoffe, welche der Einwirkung des Magensaftes widerstehen, also namentlich der Fette. Versuche, welche Bouchardat und Sandras in dieser Beziehung angestellt haben, scheinen von sehr grosser Entscheidung zu sein. In dem Speisebrei findet man von den eigenthümlichen Stoffen der Galle fast keinen einzigen wieder. Weder den Farbestoff, noch die Gallensäure; auch von dem Cholestearin trifft man keine Spur an.

Das Fett, welches man im Magen des Thieres in grosser Menge unverändert und unvertheilt antrifft, wird in dem Dickdarm durch die Dazwischenkunft der Galle in eine Art von Emulsion verwandelt; so dass seine Resorption erleichtert wird. Umgekehrt soll durch Anwendung vom Fett im Nahrungsmittel eine beschleunigte Absonderung der Galle hervorgerufen werden.

Eine Wirkung der Galle, die man nicht ausser Acht lassen darf, ist durch die leichte Zerlegbarkeit derselben bedingt. Der saure Magensaft scheidet, wenn er mit der Galle zusammentrifft, die Säure derselben ab, und wird selbst durch das Natron neutralisirt. Die Gallensäure, jetzt nur noch als saures gallensaures Natron im Darmkanal vorhanden, zerlegt sich gleichfalls in demselben, welche wie der Farbstoff sich mehr und mehr verändert, jedoch in den Excrementen noch grossentheils angetroffen wird. Der lange Weg den die Galle mit den aufgelösten Nahrungsmitteln zurücklegt, ist geeignet, die noch zur Ernährung tauglichen Stoffe, welche in der Galle secernirt sind, wiederum aufzunehmen. Diess wird hauptsächlich von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen gelten, welche in den Excrementen nicht wieder zu finden sind, deren Stickstoff selbst fast völlig verschwunden ist.

Während die festen und flüssigen Nahrungsmittel in dem Magen vorbereitet werden, um zur Aufnahme und Resorption in den Organismus fähig zu sein, da diese nur durch den Prozess der Endosmose vor sich gehen kann, so bildet sich ein sich stets veränderndes Gemenge, welches den Namen Speisebrei, oder Chymus führt. Der Chymus hat natürlich nach den verschiedenen Nahrungsmitteln die genossen sind, stets wechselnde Eigenschaften, doch findet man in ihm die unverdauten und unverdaulichen Stoffe gemischt mit den schon gelösten Bestandtheilen der Speisen, den Verdauungssäften, dem Speichel und den Produkten, welche sich bei der Verdauung bilden. Daher die Gegenwart der Milchsäure, der Buttersäure darin, und des löslich gewordenen Faserstoffes, Eiweisses u. s. w. Auch verdauliche Stoffe können sich im Chymus finden, die sogar der umwandelnden Kraft des Magen-

saftes gänzlich entgehen, so dass man sie sogar in den Excrementen wieder findet, wie z. B. Amylon, das man auch in den Abgängen zu entdecken vermag, namentlich bei Fleischfressern. Hieraus folgt aber noch nicht, dass die Stoffe, welche wir im Chymus unverändert antreffen, gar nicht verdaut werden könnten, denn eine Anzahl von ihnen braucht nur der spätern Wirkung der Galle ausgesetzt zu werden, und wir finden sie verdaulich geworden; dies würde namentlich von den Fettarten gelten, welche entweder geschmolzen oder fest in dem Chymus zu entdecken sind.

Eine Menge von genossenen Stoffen wiederstehen der Verdauung fast gänzlich, und man kann fast als Maassstab für die Löslichkeit der Nahrungsmittel die Leichtigkeit nehmen, mit welcher sie der Fäulniss unterliegen. Aber auch die Speisen oder Substanzen, welche nicht selbst aufgelöst werden können, sind doch im Stande, ihre eingeschlossenen, löslichen Substanzen abzugeben. Dazu gehört aber, dass diese auch wirklich leicht extrahirt werden können. Die Holzfaser, welche der Fäulniss sehr gut widersteht, wird nicht leicht verdaut, daher können wir die holzigen Theile der Pflanzen selbst nicht als Nahrungsmittel ansehen. Die Kümmelkörner gehen ganz unverletzt in die Excremente über, dennoch verlieren sie einen Theil ihrer Bestandtheile, während jedoch z. B. von dem schwer löslichen ätherischen Oele ein grosser Theil noch zurückgehalten wird. Einige Thiere besitzen, wie schon bemerkt, in der Bewegung der Magenwände eine sehr bedeutende Unterstützung für diese Extraction, und in der That, wenn die Stoffe durch Röhren in die sie eingeschlossen sind, geschützt werden, so ist der Angriff dem sie ausgesetzt sind viel schwächer, obwohl nach hinreichendem Verweilen im Magen dennoch die Extraction zu Stande kommt.

Die Leichtigkeit mit der die Speisen aufgelöst werden, wird erhöht, durch das Kochen derselben, indem hier schon eine mechanische Zerreissung der Zellen vor sich geht, und gleichfalls eine chemische Stoffumwandelung eingeleitet wird. Die weitere Stoffumwandlung im Magen und Darmkanal bis zum Coecum gleicht in vieler Beziehung der sauren Gährung,

Die Produkte sind ähnliche, und die Stoffe die sie bedingen, gleichfalls. Nach der völligen Neutralisation der sauren Substanzen durch die hinzugetretene Galle, ändert sich der Prozess, und wie bei Gegenwart von Alkalien die saure Gährung unterbrochen wird, so auch hier, es tritt die faulige Gährung ein, d. h. die, welche mit Ammoniakentwickelung vergesellschaftet ist. Die Menge des Ammoniaks ist nicht bedeutend, welche entwickelt wird, und sie kann hauptsächlich durch die alkalische Reaction der Excremente, und namentlich durch die des davon abdestillirten Wassers entdeckt werden. Der Stickstoff in den Excrementen ist jedoch überhaupt so unbedeutend, dass nach längere Zeit fortgesetzter vegetabilischer Nahrung nur Spuren davon darin enthalten sind.

Bei diesen Veränderungen der Speisen finden wir in der ganzen Länge des Darmkanals eine Gasentwickelung, welche aus den sich zersetzenden Speisen entsteht, obwohl ein grosser Theil der dort auftretenden Luft aus verschluckter atmosphärischer Luft entwickelt. Magendie und Chevreul fanden bei der Untersuchung dieser Gasarten folgende Resultate: Bei einem Hingerichteten bestanden die Gasarten im Magen in 100 Theilen aus 71,45 Vol. Stickstoff; 14,00 Vol. Kohlensäure; 11 Vol. Sauerstoff; 3,55 Vol. Wasserstoff. Eine ähnliche Erscheinung würden wir bei der Luft finden, in welcher Gährung stattgefunden hat. Bei dieser wird Kohlensäure und Wasserstoffgas entwickelt, und zuweilen auch Stickstoff. Dieser letztere rührt im Magen doch gewiss grösstentheils aus der eingeschluckten Luft selbst her. Bei dieser Reaction muss Sauerstoff verschwinden. Die 71,5 Stickstoff würden, nach der normalen Luftmischung 19 Vol. Sauerstoff verlangen, von diesen sind 8 Vol. verschwunden. Diese sind nicht allein in Kohlensäure übergegangen, da 8 Vol. Sauerstoff nur 8 Vol. Kohlensäure liefern; aus der Speise sind also noch 6 Vol. hinzugetreten; die 3,5 Vol. Wasserstoff sind gänzlich aus der gährenden Substanz entwickelt. Bei manchen Substanzen kann diese Gasentwickelung ausserordentlich gesteigert werden, namentlich bei solchen, welche in der Temperatur des Magens eine wirkliche Gährung zu bestehen haben. Diese Gährung

ist dort niemals eine weinige Gährung, welche auch mit colossaler Kohlensäureentwickelung verbunden sein würde, doch sind die Gährungsverhältnisse ziemlich ähnlich.

Auch die Entwickelung von mikroskopischen Thieren fehlt bei dieser Verdauungsgährung nicht. Beim Frosch hat sie Leuwenhoeck schon 1685 gesehen, beim Salamander sind sie von vielen andern, auch von Ehrenberg beobachtet worden. Der Erstere sagte auch, dass er sie beim Menschen gefunden habe. Sie sind bei den Wiederkäuern, beim Pferde, beim Hunde vorhanden, und wahrscheinlich ist es, dass Vibrionen sich auch in dem Darmkanal des Menschen aufhalten. Nicht allein diese Thiere sind in dem Darmkanal enthalten, sondern auch der Gährungsschimmel findet sich darin.

Die erwähnten Gasarten verändern sich nun sehr in dem weitern Verfolg des Darmkanals, so dass im Dünndarm ihre Zusammensetzung wesentlich abweicht. Magendie und Chevreul haben bei drei Hingerichteten diese Gase untersucht. Die beiden ersten hatten zwei Stunden vor ihrem Tode Brot, Käse und Rothwein, der dritte vier Stücke von demselben Brot, Rindfleisch, Linsen und Rothwein verzehrt.

	I.	II.	III.
Kohlensäure	24,39	40,00	25,00
Wasserstoff	55,53	51,15	8,40
Stickstoff	20,08	8,85	66,60.

Der Sauerstoff ist also gänzlich verschwunden, und dafür die Wasserstoffmenge sehr gestiegen. Eben so hat im Verhältniss zum Stickstoff die Kohlensäure sehr zugenommen. Im Fall II. und I. können wir kein Verschwinden von Stickstoffgas annehmen, sondern die geringe Menge gegen III. rührt von der grossen Zunahme der übrigen Gasarten her.

Im Blinddarm verändern sich diese Gase noch wesentlich, denn die im III. gesammelten Gase zeigten jetzt 22,5 $\frac{0}{0}$ Kohlensäure, 7,50 Wasserstoff, 12,5 Kohlenwasserstoff, 67,5 Stickstoff.

Im Dickdarm und Mastdarm fand man endlich

	I. Dickdarm.	II. Dickdarm.	III. Mastdarm.
Kohlensäure	43,50	70,00	42,86
Kohlenwasserstoff	5,47	11,60	11,18
Wasserstoff	—		—
Stickstoff	51,03	18,40	45,96

Bei I. und III. waren Spuren von Schwefelwasserstoff anzutreffen.

Auch Chevillot hat die Gasarten in dem Darmkanal bei Leichen untersucht. Er fand: im Magen 25,23—57,80 Kohlensäure, 8—13 Sauerstoff, 63,5—66,3 Stickstoff, nebst einer Spur von Wasserstoff. Der Dünndarm enthielt 23,11—57,80 Kohlensäure, 2—3 Sauerstoff, 55 Wasserstoff, 57,8—66,8 Stickstoff, Spuren von Kohlenwasserstoff selten. Der Dickdarm führte 23,11—93 Kohlensäure, 2—3 Sauerstoff, 28 Kohlenwasserstoff, 65,2—99 Stickstoff, wenig Wasserstoff. Bei der Tympanitis der Kühe fand Pflüger 20—60 Kohlensäure, 40—80 Kohlenwasserstoff. Vogel fand 27 Kohlensäure, 48 Kohlenwasserstoff, 25 atmosphärische Luft (?). Lameyron und Fremy 5 Kohlensäure, 15 Kohlenwasserstoff, 5 atmosphärische Luft, 80 Schwefelwasserstoff.*

Alle diese Beispiele zeigen, dass die Verdauung neben der Auflösung der Nahrungsmittel noch eine wesentliche Umsetzung derselben herbeiführt, welche keineswegs allein in der inatomerischen Umwandelung besteht, sondern wirklich eine gewisse Analogie mit der Gährung darbietet, obwohl nicht in dem hohen Grade, wie es von früheren Physiologen angenommen wurde, da z. B. Boerhaave sie ganz und gar mit der Gährung identisch setzte. — Diese entwickelten Gasarten werden aus dem Darmkanal herausgeschafft. Sie können unter Umständen aus dem Magen durch Aufstossen entweichen; aus dem Darmkanal durch Diffusion in den Körper zum Theil eintreten, und endlich in den meisten Fällen als Blähungen abgehen. Diese sind sehr verschieden zusammengesetzt.

Ich fand in zwei Fällen:

	I.	II.
Kohlensäure	44,5	36,5
Wasserstoff	25,0	12,5
Kohlenwasserstoff	15,5	22,0
Stickstoff	14,0	29,0
Schwefelwasserstoff	1,0	—

Es ist nöthig diese Untersuchungen, welche freilich Schwierigkeiten darbieten, zu vervielfältigen, und sie namentlich auf verschiedene Thierklassen, bei verschiedener Nahrung auszudehnen.

Durch Eberle's Entdeckung fand man, dass der Prozess der Verdauung wenig mit den vitalen Prozessen gemein habe, sondern wesentlich ein chemischer, katalytischer sei, der dann auch, was die Verflüssigung und Umwandelung des Nahrungsmittels betrifft, ausserhalb des Organismus vor sich gehen kann. Freilich geht die Chymification im Reagenzglas nicht so schnell und vollständig von Statten als im Magen, da dort mannigfaches fehlt, wenn auch der künstliche Magensaft gleich dem natürlichen wirkt, dennoch ist man im Stande, die Umänderung der Stoffe zu studiren, und die Verdaulichkeit der Speisen zu prüfen. Beaumont's Fall erlaubte eine solche Prüfung in dem Magen unmittelbar, jedoch ist es sehr schwierig, genau die blosse Auflösung von der chemischen Umwandlung zu unterscheiden.

Will man die künstliche Verdauung, ausserhalb des Magens als den Maassstab anwenden, der uns bei der Beurtheilung der Speisen in dieser Beziehung leiten soll, so muss man nicht versäumen durch gelindes Schütteln oder Umrühren die Bewegung im Magen nachzuahmen, welche ohne Zweifel oft wesentlichen Antheil an der Auflösung hat.

Als leichtest verdaulich zeigte sich gekochte Lachsforelle, geschlagene Eier, weiche, süsse Aepfel, 1 St. 30 M., sodann gekochter Sago, und gekochtes Gehirn 1 St. 45 M., sodann, weiche saure Aepfel, mit Essig angemachter Kohl, gebratene Ochsenleber, rohe Eier, gekochte Milch, trockener gesottener Stockfisch, gesottene Tapioka 2 Stunden, sodann frische Milch

2 St. 15 M., sodann gekochte Gallerte, Zuckerbrot, gekochter Pastinak, roher Kohl 2 St. 30 M., sodann gekochtes Rückenmark 2 St. 40 M., sodann Eier- und Milchpudding 2 St. 45 M., sodann rohe, harte, saure Aepfel 2 St. 50 M., sodann weichgesottene Eier, geschmortes Hammelfleisch, frisches, geröstetes, mageres Ochsenfleisch, Beafsteak, roher gesalzener Schinken 3 St., sodann gekochte gelbe Rüben 3 St. 15 M., sodann frisches Waizenbrod, alter Käse, hart gesottene Eier, gedämpfte Austern, gekochte Kartoffeln 3 St. 30 M., sodann gekochter, gesalzener Lachs, gekochtes zahmes Geflügel, gebratenes Rindfleisch, gebratenes Ochsenherz 4 St., sodann gekochter Knorpel 4 St. 15 M., sodann frisch gesalzenes Schweinefleisch, Hammeltalg, gekochter Kohl 4 St. 30 M., sodann gekochte Sehnen, Ochsentalg 5 St. 30 M.

Diese Verhältnisse ändern sich sehr bei den verschiedenen Personen, und damit hängt innig die specifische Eigenschaft Mancher zusammen, gewisse Speisen durchaus nicht vertragen zu können, welche von andern leicht genossen werden können. Bei einer sehr guten, fast niemals gestörten Verdauung kann ich schon eine sehr unbedeutende Menge von Gurkensallat nicht ohne Beschwerde geniessen, welchen andere Personen, mit weniger guten Digestionsfähigkeiten sehr gut vertragen können.

Aehnliche Resultate wie sie Beaumont erhielt, lieferten die Versuche von Gosse, welcher das Vermögen hatte, sich willkürlich zu erbrechen. Dieser fand überdiess, dass viel lauwarmes Wasser, Säuren, Adstringentien, alle fette Speisen, Decoct von Solanum dulcamara, Mineralkermes und Sublimat die Verdauung verzögern, hingegen Kochsalz, Pfeffer, Zimmt, Muskaten, Nelken, Senf, Meerrettig, Rettig, Kapern, Wein, wenig Branntwein, alter Käse, und die Amara dieselbe befördern.

Die Reste der Speisen, welche entweder ganz unverdaulich sind, und deshalb nicht aufgenommen werden können, oder die der Verdauung entgangen sind, gemischt mit den im Magen, Darmkanal, Pankreas und der Leber abgesonderten Flüssigkeiten, die gleichfalls nun den wesentlichsten Verände-

rungen unterworfen wurden, werden als Faeces ausgeleert. Die Consistenz derselben ist bekanntlich sehr wechselnd, selbst bei ganz normaler Verdauung. Hauptsächlich hängt dies von der Menge des genossenen Getränks ab, und zwar so sehr, dass man die Wassermenge darin, welche circa 70—75% (73,3%) beträgt, bis fast auf die Hälfte hinabbringen kann. Dabei gehen die Faeces schmerzhaft und nur schwierig ab, sind bröckelig und wenig zusammenhängend. Auch die Natur der Nahrung selbst hat einen Einfluss auf die Consistenz oder Wassermenge der Excremente, so dass bei Fleischnahrung dieselben nicht so flüssig sind, wie bei vegetabilischer, wenn man auch die in den Pflanzen enthaltene Wassermenge mit in Anschlag gebracht hat.

Der ganz eigenthümliche Geruch und die Farbe der Excremente, ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, und hängt besonders von der Beschaffenheit der Galle ab. Wenn gleich der Gestank den faulendes Fleisch verbreitet nicht ganz unähnlich dem Geruch der menschlichen Excremente ist, so findet man doch eine viel grössere Aehnlichkeit mit dem Geruche der faulenden Galle, und selbst des faulenden Gallenschleimes. Dieser Geruch hat etwas specifisches, so dass er bei der menschlichen Galle ähnlich den menschlichen Excrementen, bei Rindsgalle ähnlich dem Kuhmiste ist u. s. w. Auch der starke Moschusgeruch welchen die Rindsgalle besitzt findet sich im Kuhdünger und daher auch in den Kuhställen.

Während die meisten auflöslichen Substanzen, die genossen werden, oder die dem Organismus fremd, ausgestossen werden müssen, durch die Nieren entfernt werden, so finden wir doch auch auflösliche Substanzen, abgesehen von denen die aus dem Magen-, Darmsaft, pankreatischen Flüssigkeiten und Galle herrühren, obwohl auch diese zum Theil in den Harn, nachdem sie resorbirt sind, übergehen müssen. Diese können durch Wasser ausgezogen werden, und bestehen zum Theil aus Salzen.

Unter den letzteren ist die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia namentlich zu bemerken, welche nicht selten schon in Krystallen in den Excrementen erscheint. Diese findet man

namentlich nach Schönlein's erster Beobachtung im Typhus, wo der flockige Niederschlag der wässrigen Stühle 32$\frac{0}{0}$ festen Salzrückstand enthielt, in denen 14$\frac{0}{0}$ Erdphosphate darstellten. Der übrige Theil wurde wie bei der Cholera asiatica durch Salpetersäure roth. Diese Krystalle bilden sich aber auch oft erst in dem wässrigen Auszuge der Stühle.

Berzelius fand in den Excrementen eines Arbeiters nach dem Genusse von vielem hartgebackenem Brodte, nebst vegetabilischen und animalischen Nahrungsmitteln 0,9$\frac{0}{0}$ Galle, 0,9$\frac{0}{0}$ Albumin, 2,7$\frac{0}{0}$ in Wasser löslichen Extractivstoff, 1,2 Salze, 7,0 unlösliche Speisereste, 19,0 im Darm hinzugekommene Substanzen. Wenn man durchschnittlich täglich 5 Unzen Faeces entleert, so würden diese, bei 73,3$\frac{0}{0}$ Wasser, 1 Unze, 2 Drachmen und 8 Gran feste Stoffe abführen. Liebig fand in 100 Theilen Faeces 11,3 Th. Kohlenstoff, daher würde man täglich 72,48 Gran Kohle auf diese Weise verlieren. Die Stoffe würden hiernach folgende Mengen betragen: 21,6 Gran Galle, ebensoviel Albumin, 64,8 Gran Extractivstoff, 28,8 Gran Salze, 168 Gran Speisereste, 336 Gr. Darmschleim und überhaupt hinzugetretene Substanzen, also von der ganzen Menge ungefähr $\frac{4}{5}$.

Ist die Menge der Salze die genossen sind, sehr gross, so können die Excremente hauptsächlich aus ihnen bestehen. So finden wir z. B. in den Excrementen der Knochenfressenden Hunde eine sehr bedeutende Menge von phosphorsaurer Kalkerde, welches, wenn die organische Substanz verwittert ist, weiss zurückbleibt, und als sog. Graecum album früher als Arzeneimittel benutzt worden ist.

Die verschiedenen Krankheiten modificiren bekanntlich die Excremente bedeutend, doch sind die Untersuchungen über diese Gegenstände noch zu unvollständig, um hieraus für die Pathologie erhebliche Schlüsse ziehen zu können.

Wesentlich von den Excrementen der Erwachsenen und selbst der Kinder weicht die Substanz ab, welche sich im Darmkanal des Neugeborenen und des Foetus findet, und die mit dem Namen Kindespech oder Meconium bezeichnet wird. Sie ist hauptsächlich durch Schleim, Epithelium-

zellen, unlösliche Bestandtheile der veränderten Galle gebildet, und besteht nach einer Analyse von Fr. Simon in dem festen Rückstande aus 16 Gallenfett, 34 käseähnlicher Substanz, 20,4 zersetzter Galle, 26 Eiweiss, Schleim und Epitheliumzellen. Ein sechstägiger, durch Muttermilch ernährter Säugling zeigt bei 14% Wasser der Substanz 18% coagulirtes Casein und Schleim, 68 Gallenfarbstoff und Fett. Hier müssen die letzten Substanzen nass gewogen worden sein.

Die lymphatischen Gefässe des Nahrungskanals nehmen nun, während die unbrauchbaren Stoffe an ihnen vorübergehen, die Flüssigkeit auf, die sie dem Blute zuführen, indem sie dieselben in dem Milchsaftgange vereinigen. Die Flüssigkeit, Milchsaft oder Chylus genannt, ist es, welche den eigentlichen Nahrungssaft darstellt, und das Blut wiederum fähig macht, ernährend zu wirken.

Der Chylus zeigt keine constante chemische Zusammensetzung, sondern variirt nicht allein je nach den Nahrungsmitteln, sondern auch wesentlich je nachdem er von dem Anfange der Chylusgefässe, bevor er durch die Lymphgefässe gegangen ist, genommen, oder aus dem Ductus thoracicus gesammelt wird. Anfangs der Lymphe nicht unähnlich, nähert er sich nach und nach immer mehr in seinen Eigenschaften dem Blute.

Die verschiedenen Analysen des Chylus haben keinen besonderen Werth, da sie nicht auf die Erforschung der Veränderungen gerichtet sind, welche die einzelnen Nahrungsmittel und die chemischen Verbindungen überhaupt erleiden, indem sie aus dem Darmkanal in die Milchgefässe aufgenommen werden. Rees hat den Chylus eines jungen Esels untersucht, welcher mit Hafer und Bohnen gefüttert, 7 Stunden nach der Mahlzeit durch einen Schlag auf den Kopf getödtet wurde. Der Chylus war frei von Lymphe, da er aus den Milchgefässen vor dem Eintritt in den Ductus thoracicus gesammelt war. Fr. Simon hat den Chylus dreier Pferde analysirt; hier folgen die Resultate:

	Pferd.			Esel.
	1.	2.	3.	
Wasser	940,67	928,00	916,00	902,37
Fibrin	0,44	0,80	0,90	3,70
Eiweiss	42,72	46,43	60,53	35,16
Fett	1,18	10,00	3,48	36,01
Haematoglobulin	0,47	Spur.	5,69	—
Extractivstoffe, Salze, Globulin, Kasein u. s. w.	10,12	13,72	12,28	
Alkoholextract	—	—	—	3,32
Wasserextract	—	—	—	12,33
Salze (alkal. Chloride, Sulphate, Carbonate, Eisenoxyd. Spur v. Phosphaten.)				7,11

Tiedemann und Gmelin fanden, dass der Chylus von Hunden nachdem sie Stärke genossen hatten, zuckerhaltig war, ebenso, dass derselbe nach genossener Butter viel reicher an Fett war, als sonst. Bei dem Genuss von pflanzensauren Salzen findet man diese schon im Chylus als kohlensaure wieder.

Das Fett, welches hier unzersetzt durch den Chylus dem Blute zugeführt wird, zerlegt sich während der Circulation auf verschiedenartige Weise. Zum Theil wird es verbraucht, um die kohlenreichen Substanzen zu liefern, welche im thierischen Organismus auftreten, zum Theil um durch die Respiration in Kohlensäure und Wasser sich zu verwandeln, und auf diese Weise den chemischen Prozess zu unterhalten, welcher die Wärmeentwickelung im Organismus grossentheils bedingt, welchen Zweck jedoch auch andere Substanzen die als Nahrungsmittel genossen werden, erfüllen, z. B. Zucker, Stärke, auch stickstoffhaltige, die gerade nicht Proteïnverbindungen sind, selbst auch Proteïnverbindungen, wenn sie im Uebermaass genossen wurden. Endlich kann das genossene Fett auch als solches assimilirt werden, indem es durch geringe Metamorphosirung in das dem geniessenden Thier zukommende und eigenthümliche verwandelt werden kann, wenn auch ein anders zusammengesetztes eingeführt wurde. Die Zusammen-

setzung des Menschenfetts z. B. ist nach Chevreul = 79,00% C; 11,42 H; 9,58 O; die des Baumöls = 77,21 C; 13,36 H; 9,43 O. Beide unterscheiden sich daher nur dadurch, dass das Baumöl 4 At. Wasserstoff mehr enthält; werden diese oxydirt, so sind wenigstens die Elemente vorhanden, durch welche die Zusammensetzung des Menschenfetts dargestellt wird.

Auf diese Weise kann man sich leicht vorstellen, wie die Aufnahme des Fetts in den Organismus eine wirklich unmittelbare sein kann. So finden wir es in der That. Fettreiche Nahrung erzeugt auch eine Fettablagerung im Organismus, wenn dabei die übrigen Nahrungsstoffe in hinreichender Menge vorhanden sind, um den Substanzverbrauch zu decken. Die verhältnissmässig geringe Menge von Sauerstoff, welche in den Fettarten enthalten ist, macht einen bedeutenden Sauerstoffzutritt nöthig, damit die ganze Menge des Kohlen- und Wasserstoffs in Kohlensäure und Wasser umgewandelt werde, die beiden Verbindungen, die wir durch die Respirationswege ausgeben.

Wenn daher die Sauerstoffmenge nicht hinreicht, um die Oxydation zu vollenden, so bleibt unzersetztes Fett übrig, und dieses wird entweder unmittelbar als eine Fettart assimilirt, oder in eine verwandte Verbindung umgewandelt, welche stickstofffrei, nicht durch die Proteïnverbindungen erzeugt werden kann. Diese unmittelbare Fettaufnahme sehen wir im gewöhnlichen Leben, und bei der Nahrung der fettreichen Thiere.

Das bekannte Sprichwort: „Fett setzt Fett," ist in der That ein begründetes. Personen, welche fortwährend fettreiche Nahrung geniessen, ohne durch eine erhöhte Bewegung auch ihre Respiration zu vermehren, z. B. Fleischer, pflegen einen grossen Fettansatz zu zeigen. Dieser Fettansatz ist indessen nicht nöthig bei fetter Nahrung. Selbst träge Personen, mit unterdrückter Respiration und überhaupt schwacher Secretion werden zuweilen nicht fett. Hier fehlt die assimilirende Kraft, und es ist wahrscheinlich, dass dann das Fett unassimilirt durch den Organismus hindurch geht, wie wir es denn z. B. bei Schwindsüchtigen in dem Urin nicht selten

wiederfinden. Wiederum sind andere Personen sehr zu Fettbildung disponirt, so dass sie, bei wenig fettreicher, selbst bei schmaler Kost, starker Bewegung dennoch Fett erzeugen, ohne dass man durch ein therapeutisches Verfahren der fortschreitenden Fettbildung Einhalt thun könnte. Eine solche Fettsucht hat nicht allein in den genossenen Nahrungsmitteln ihre Ursache, obwohl diese sehr oft dieselbe veranlassen. Hunde, welche stickstofflose Nahrung erhalten, und mit Fett gefüttert werden, verlieren an Muskelsubstanz, nehmen aber an Fett zu. Es ist jedoch auch bei gewöhnlicher Nahrung, d. h. bei solcher, die wenig Fett enthält, und wenig fetterzeugender Substanz, dennoch die Möglichkeit, dass viel Fett gebildet werde, oder vielmehr, dass mehr gebildet als zersetzt werde. Dies sind Anomalien in der Respiration und vermuthlich in der Gallenbereitung. Da durch diese ein nicht unbedeutender Theil von Kohlenstoff aus dem Körper ausgeführt wird, so ist es sehr wohl möglich, dass eine beförderte Gallenabsonderung auch eine Entfernung des Fettes veranlasse. Was die Nahrungsmittel, die neben starker Bewegung gereicht werden müssen betrifft, so müssen sie aus fettfreien Proteïnverbindungen bestehen, und Substanzen, die nicht im Stande sind, wenigstens mit Leichtigkeit in Fett umgewandelt zu werden. Liebig hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass ausser der unmittelbaren Fettaufnahme noch eine andere Fettquelle für den Organismus existire, und zwar in der Umwandlung einer Anzahl von Verbindungen aus der Amylonreihe. Amylon, Gummi, Zucker u. s. w. sind im Stande im Organismus in Fett überzugehen, und bei der Mästung des Viehes, bei welcher Fetterzeugung beabsichtigt wird, fanden wir im Futter weniger Fett, als in den Thieren dann angesetzt ist. Freilich kann die Zuckernahrung allein keine Fettbildung hervorrufen. Der Hund, welcher bei Fettnahrung gewissermaassen verhungert, setzt Fett an, bei Zuckernahrung aber nicht; so dass zur Fettbildung noch mehr erfordert wird, als die blosse Darreichung der Elemente. Um Zucker u. s. w. in Buttersäure umzuwandeln, ist es nothwendig, dass Kleber,

oder Käse vorhanden sei; diese Bedingung scheint auch der Organismus zu erfordern.

Ebenso wie die Leimnahrung, die unter Zusatz von Proteïn, und mehreren anderen Stoffen sehr zweckmässig ist, allein angewendet nahrungslos ist, indem sie nicht in Proteïn allein umgewandelt werden kann, so auch hier. Die enorme Fettbildung, welche wir bei einigen Thieren wahrnehmen, ist zum Theil, wie es scheint nicht sowohl an ihre Nahrung, als an ihre Organisation geknüpft. Wir sehen, wie die Cetaceen durch die ungeheure Fettmasse ausgezeichnet sind, welche sie produciren, gleichviel, ob sie zu den Pflanzen- oder zu den Fleischfressern gehören. Ihre Organisation ist in beiden Fällen dieselbe, wenigstens die ihres Verdauungsapparates. Die Seepflanzen, welche sie verschlingen, sind gewiss wenig fett- und stärkereich, dennoch stehen sie den Fleischfressern an Fettproduktion nicht nach; während der vierfüssige Fleischfresser meistens wenig Fettmasse ansetzen.

PROZESS DER RESPIRATION.

Das Medium, in welchem die Respiration vor sich geht, ist bekanntlich die atmosphärische Luft, entweder als die uns umgebende Atmosphäre, oder die in dem Wasser aufgelöste Luft. In beiden Fällen ist der Prozess wesentlich derselbe. Es ist schon lange bekannt, dass die Luft, in welcher das Athmen geschieht, durch diesen Prozess wesentlich verändert, und endlich zur Respiration untauglich wird. Lässt man ein Thier unter einer abgeschlossenen Glocke athmen, so stirbt es nach einiger Zeit, wenn die Luft nicht erneuert wird. Untersucht man die Luft, so findet man, sie enthält noch fast genau die ursprüngliche Menge von Stickstoff, sehr wenig Sauerstoff, ein dem verschwundenen Sauerstoff fast gleiches Volumen von Kohlensäure und eine bedeutende Menge Wasserdampf.

Dass Kohlensäure und Wasser bei dem Athmen aus den Lungen exhalirt werde, kann man sehr leicht beobachten, indem man in eine trockne Flasche, etwa durch eine Röhre exspirirt. Der Wasserdampf condensirt sich an den Wänden des Gefässes, und es rinnen endlich Tropfen hinab. Athmet man durch das Rohr in eine mit klarem Kalkwasser gefüllte Flasche aus, so bilden sich dicke Flocken von kohlensaurem Kalke.

Wie der Sauerstoff unter der Glasglocke durch die Respiration verschwindet, so muss er natürlich auch aus der atmosphärischen Luft überhaupt fortgeführt werden, indem an seine Stelle Kohlensäure tritt. Wenn daher nicht irgend eine Compensation dieser Reaction stattfände, so würde die Luft nach einem gewissen Zeitraum eine Zusammensetzung besitzen, welche sie nicht mehr zum Athmen tauglich machen könnte. Nach den genauesten Untersuchungen besteht die Luft dem Volumen nach aus 21 Th. Sauerstoff und 79 Th. Stickstoff, abgesehen von der variabeln und unbedeutenden Menge von Kohlensäure, und dem gleichfalls sehr schwankenden Wasserdampfgehalt. Dem Gewichte nach beträgt das Verhältniss von Sauerstoff zu Stickstoff in der Luft 23 : 77. Dieses Verhältniss ist schwankend, aber nur so unbedeutend, dass es mit Schwierigkeit verbunden ist, diese Schwankungen aufzufinden. Die Zusammensetzung der Luft ist in allen Welttheilen, in jeder Höhe, auf Bergen und in Thälern u. s. w. immer dieselbe. Es ist wahrscheinlich, dass sich dieselbe auch nicht der Zeit nach ändert, und dass, so lange die Erde zum Wohnplatz von Menschen und Thieren gedient hat, keine wesentliche Aenderung eingetreten ist.

Eine solche Aenderung, welche im Verschwinden des Sauerstoffs und Anhäufung von Kohlensäure bestehen müsste, würde um so wahrscheinlicher sein, wenn man noch zu den Veränderungen der Luft durch die Respiration der Menschen die der Thiere hinzurechnet, und ausserdem den colossalen Sauerstoffverbrauch durch das Verbrennen der Brennmaterialien, welches eine unberechenbare Sauerstoffmenge aufnimmt. Freilich ist die Sauerstoffmenge der Atmosphäre so ungeheuer

gross, dass diese genannten Einflüsse eine längere Zeit ohne bemerkbare Störungen auf sie sein müssen. Nehmen wir die Höhe der Atmosphäre in gleichmässiger Dichtigkeit zu einer geographischen Meile an, während der Halbmesser der Erde 860 dieser Meilen beträgt, so erhalten wir für die Luft 9,307,500 Kubikmeilen, in denen nun fast 2 Millionen Kubikmeilen (1,964,575) Sauerstoff enthalten sind, die einem Sauerstoffwürfel gleichkommen, dessen Seiten 125 Meilen gross sind. Trotz dieser unermesslichen Sauerstoffmenge, die zu gross ist, um durch die gewöhnliche Vorstellung, ohne Vergleichung, gefasst werden zu können, so wäre es doch nothwendig, dass, wenn nur Sauerstoffverbrauch und Kohlensäureerzeugung bei der Respiration und den übrigen chemischen Prozessen sich zeigte, ein Zeitpunkt eintreten müsste, in welchem das Leben des Menschen und des Thieres unmöglich wäre, namentlich da schon eine verhältnissmässig unbedeutende Kohlensäurebeimischung nachtheilig, selbst tödtlich wirken kann. Wie schnell dieser Zeitpunkt eintreten würde, lässt sich nicht berechnen. Wir kennen nur sehr ungefähr die Menge der, den Erdboden belebenden Menschen, gar nicht die der darauf wohnenden Thiere, haben durchaus keine Schätzung für den Sauerstoffverbrauch durch die Verbrennung und andere in der Natur selbst vorkommenden Oxydationsprozesse. Es würde also ein müssiges Unternehmen sein, die Zahlen durch willkürlich angenommene bezeichnen zu wollen. Dennoch würde sich unter allen Umständen das Resultat ergeben, dass nach einer, mehr oder weniger hinauszuschiebenden Zeit, die Luft unbrauchbar, und die Erde daher unbewohnbar sein würde.

Dazu kommt noch, dass die Luft nicht allein mit diesen Respirationsprodukten angefüllt wird, sondern sich noch mit einer Menge von anderen Stoffen schwängert, welche, wenn sie sich in der Luft ansammelten, dieselbe gleichfalls irrespirabel, oder wenigstens schädlich wirkend machen würden. Schon die Respiration der Thiere liefert neben den beiden erwähnten Produkten noch andere, welche, sich selbst überlassen, sich zerlegen, und übelriechende, selbst schädliche Substanzen erzeugen. Haucht man so lange durch ein Rohr in

eine Flasche, bis man eine gewisse Menge von Wasser darin gebildet hat, und lässt die Flasche einige Zeit verschlossen stehen, so trübt sich das Wasser, und es entwickelt sich der Geruch nach Schwefelwasserstoff. Zu diesen Substanzen gesellen sich die unzähligen flüchtigen Produkte der Vegetation, die bei der Fäulniss der Thiere und Pflanzen entwickelten gasförmigen Stoffe; die Exhalationen der vulkanischen Gegenden, die flüchtigen Substanzen welche durch die Menge von künstlichen chemischen Prozessen in die Luft gebracht werden. Alle diese würden sich in der Luft ansammeln, wenn sie nicht durch den Regen aufgenommen, und der Erde wieder zugeführt würden. Andere werden durch die Oxydation in der Luft selbst schon wieder zerlegt. und somit können dergleichen fremde Stoffe in der Luft niemals in grösserer, oder nur bemerkbarer Menge auftreten.

Wechselnd ist nun auch die Menge der Kohlensäure in der Luft; und währenddem sie mitten in den belebtesten Theilen einer engen und dicht bevölkerten Stadt auf 10,000 Th. 6,6 Theile im höchsten, und 2,16 Theile im mindesten Falle betrug, war die höchste Menge auf dem Lande zu 4,9 Theilen gefunden worden. Mit der Höhe der Atmosphäre nimmt dieser Kohlensäuregehalt schnell ab, denn ich fand in Berlin am Fusse eines Thurmes, mitten in einem dicht bewohnten und enggebauten Stadttheile auf 10,000 Th. Luft 5,2 Th. Kohlensäure, und zu derselben Zeit 180 Fuss darüber nur 3,7 Th.

Eine der Ursachen nun, weshalb diese Kohlensäure sich nicht fort und fort in der Luft ansammelt, ist die Vegetation, da die Pflanzen mit der Fähigkeit ausgerüstet sind, die Kohlenlensäure zu zerlegen, den Kohlenstoff zu assimiliren, und Sauerstoff dafür auszuhauchen. Dieselbe Eigenschaft besitzen auch einige niedere Thiere, Infusorien, die namentlich auch im Sonnenlicht Sauerstoff entwickeln.

Man hat wohl als einen wesentlichen Unterschied früher zwischen Thier und Pflanze die Eigenschaft betrachtet, dass das Thier Sauerstoff einathme, und Kohlensäure aushauche, wogegen die Pflanzen Kohlensäure einathmen und Sauerstoff aushauchen. Dieser Unterschied ist nicht mehr streng, und

wir haben in dieser Eigenschaft der Infusorien eine Uebergangsstufe mehr zwischen Thier und Pflanze, so dass es immer schwerer wird, scharfe Grenzen zwischen diese beiden Klassen der Organismen zu ziehen.

Durch diese Fähigkeit der Pflanze, den Kohlenstoff der Luft zu entziehen, haben wir ein statisches Gleichgewicht, welches zu Stande kommt, durch die gleichzeitige Existenz des Thieres und der Pflanze. Existirte die Pflanze allein, so würde die Vegetation doch nicht aufhören müssen, da si ein einer Atmosphäre stattfinden würde, welche für sie nicht nahrungslos wäre; es hat diese Erscheinung zu einer Zeit existiren können, als die Luft durch vulkanische Thätigkeit mit Kohlensäure angefüllt war, vielleicht nur aus Kohlensäure, oder doch einem Gemenge von Stickstoff und Kohlensäure bestand. Zu jener Zeit konnte sich also auch eine so mächtige Vegetation entwickeln, welche die grossartigste Tropenvegetation der Jetztwelt bei Weiten zurücklässt.

Somit wird also aller Wahrscheinlichkeit nach die Atmosphäre athmenbar bleiben, und von dieser Seite aus nicht zu befürchten sein, dass der Existenz des Menschen- und Thiergeschlechts eine Grenze gesetzt werden wird.

Es ist schon angeführt worden, dass die Luft, welche eingeathmet wird, beim Ausathmen mit Kohlensäure vermischt, und des Sauerstoffes mehr oder weniger beraubt erscheint. Die gewöhnliche Angabe dass das Volumen der ausgeathmeten Kohlensäure ganz gleich dem, des verschwundenen Sauerstoffes sei, ist nicht völlig richtig. Wird reine Kohle, Diamant oder Graphit, in Sauerstoffgas verbrannt, so verwandelt sie sich bekanntlich in Kohlensäure 100 Gewichttheile Kohle nehmen dabei 66,67 Gewichttheile Sauerstoff auf. Das ursprüngliche Volumen des Sauerstoffs wird indessen hierdurch nicht geändert. Betrug dasselbe 100 Cubikzoll, und sind diese auch vollständig in Kohlensäure übergeführt worden, so beträgt das Volumen der neu gebildeten Kohlensäure auch genau 100 Cubikzoll. Bei der Respiration findet dies nicht statt. Das Volumen des verschwundenen Sauerstoffs ist immer etwas grösser, als das der ausgeathmeten Kohlensäure, und dies deutet

sicher an, dass hierbei nicht allein eine Oxydation des Kohlenstoffes zu Kohlensäure stattfinden könne.

Die Angaben der verschiedenen Chemiker über die Quantitäten des gebildeten Wassers und der Kohlensäure die bei der Respiration ausgeathmet werden, sind sehr schwankend. Die meisten dürfen wir nicht als genau betrachten, denn selbst die, welche von H. Davy ausgegangen sind, zeigen sich als sehr unrichtige. Prout, dessen Genauigkeit man bei allen Repetitionen seiner Versuche zu bewundern Gelegenheit hat, fand sehr bedeutende Schwankungen, denen die Respirationsprodukte auch stets ausgesetzt sind. Seine Hauptresultate sind folgende: Gleich nach Mitternacht wird die geringste Kohlensäure-Menge entwickelt; diese vermehrt sich gegen Morgen, nimmt bis Mittag zu, wo sie wiederum abnimmt, und sinkt, bis sie nach Mitternacht ihr Minimum wieder erreicht hat.

Bei Gemüthsruhe, mässiger Bewegung wie bei niedrigem Barometerstande wird mehr Kohlensäure ausgeathmet; weniger bei starker Bewegung, Niedergeschlagenheit, und dem Genuss spirituöser Getränke. Im Ganzen fand er 3,3—4,6% Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft. Gregor fand die mittlere Menge 3,5%. Nach ihm steigt im ersten Stadium akuter Fieber z. B. den Masern, des Scharlachs diese Menge auf 4—5%, ebenso bei chronischen Hautkrankheiten.

Sehr stark war dieselbe bei Ichthyosis, wo die Menge 7,2% betrug. Diabetes mellitus ergab keine Abweichung.

Die Quantität der im Ganzen ausgeathmeten Kohlensäure und des Wassers, wird eben so verschieden angegeben. Während Lavoisier und Seguin in 24 Stunden 8534 Gran franz. gefunden haben, beobachtete H. Davy die Ausscheidung von 17811 Gran engl., Allen und Pepys 18612 Gr. Die Menge des ausgeathmeten Wassers beträgt in 24 Stunden etwas über ein Pfund. Jene Kohlensäure-Menge kann nicht richtig sein, da sonst täglich über 6 Pfund fester Nahrung erfordert werden würden, um den Verlust an Kohlenstoff zu ersetzen, die durch die Respiration allein dann herbeigeführt werden würde; Hautexhalation, Urin und Darmexcremente unberücksichtigt.

Ueber die Respirationsprodukte sind zuletzt sorgfältige

Untersuchungen von Scharling, Valentin, Andral und Gavarret angestellt worden. Scharling hat die ganze Menge der Kohlensäure bestimmt, welche sowohl durch Respiration als auch durch Hautexhalation erzeugt wird, indem die Person in einem Kasten sich befand, durch welchen Luft circulirte, und die austretende auf ihre Kohlensäure und Wassergehalt untersucht wurde. Liebig hat die Menge der ausgehauchten Kohlensäure für den Tag indirect zu bestimmen gesucht, indem er den Kohlenstoffgehalt der in 24 Stunden genossenen Nahrungsmittel bestimmte, und sie mit der Kohlenstoffmenge verglich, welche in derselben Zeit durch die Excremente entleert wird. Die Differenz musste die ausgeschiedene Kohlensäuremenge geben. Demnach liefert ein Erwachsener bei mässiger Bewegung im Mittel täglich 27,8 Loth (406,3 Gramme) Kohlenstoff. — Andral und Gavarret bedienten sich eines complicirten Apparats, in welchem sie die Respirationsprodukte auffingen, der sich aber durch Genauigkeit auszeichnete. Valentin, der in Gesellschaft von Brunner seine Versuche ausführte, suchte besonders das relative Verhältniss der Respirationsprodukte zu bestimmen.

Die Resultate der verschiedenen Beobachter sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Andral und Gavarret fanden bei ihren Versuchen:

Männliches Geschlecht.

Alter.	Entwickelung des Muskelsystems.	Verbrauchter Kohlenstoff pro Stunde.
8 Jahr	mittel	5,0 Grm.
10 -	sehr entwickelt	6,8 -
11 -	- -	7,6 -
12 -	mittel	7,4 -
12 -	sehr entwickelt	8,3 -
14 -	mittel	8,2 -
15 -	- -	8,7 -
16½ -	gut entwickelt	10,2 -
17 -	- -	10,2 -
18 -	- -	11,1 -
19 -	- -	11,2 -
20 -	- -	10,8 -
24 -	mittel	11,4 -

Alter.	Entwickelung des Muskelsystems.	Verbrauchter Kohlenstoff pro Stunde.
24 Jahr	mittel	11,6 Grm.
26 -	ausserord. entwickelt	14,1 - 14,1 -
26 -	mittel	11,0 -
27 -	gut entwickelt	11,8 -
28 -	- -	12,4 -
31 -	- -	11,3 - 10,9 - 11,3 -
32 -	- -	11,5 -
33 -	mittel	10,7 - 10,8 - 10,4 - 10,6 - 10,5 - 11,2 -
37 -	- -	10,7 -
40 -	sehr entwickelt	12,1 -
41 -	mittel	10,4 -
45 -	sehr mager	8,6 - 8,5 - 8,8 - 8,7 -
48 -	gut entwickelt	10,5 -
50 -	- -	10,7 -
51 -	mittel	10,1 -
54 -	sehr entwickelt	10,6 -
59 -	mittel	10,0 -
60 -	ausserord. entwickelt	13,6 -
63 -	- -	12,4 -
64 -	schwach	8,7 -
68 -	mittel	9,6 -
76 -	schwach	6,0 -
92 -	ausserord. entwickelt	8,8 -
102 -	atrophisch	5,9 -

Weibliches Geschlecht.

Lebensperiode.	Alter.	Muskelsystem.	Verbrauchter Kohlenstoff pro Stunde.
Vor der Menstruation.	10 Jahr	gut entwickelt	6,0 Grm.
	11 -	-	6,2 -
	13 -	mässig	6,3 -
	15½ -	sehr entwickelt	7,1 -

Lebensperiode.	Alter.	Muskelsystem.	Verbrauchter Kohlenstoff pro Stunde.
Während der Menstruation.	$15\frac{1}{2}$ Jahr	mittel	6,3 Grm.
	19 -	sehr entwickelt	7,0 -
	22 -	gut entwickelt	6,7 -
	26 -	schwach	6,0 -
	26 -	mittel	6,3 -
	32 -	- -	6,2 -
	45 -	- -	6,2 -
Nach der Menstruation.	38 -	- -	7,8 -
	42 -	gut entwickelt	8,3 -
	43 -	sehr entwickelt	8,6 -
	44 -	- -	9,9 -
	49 -	mittel	7,4 -
	52 -	- -	7,5 -
	56 -	- -	7,1 -
	63 -	- -	6,9 -
	66 -	- -	6,8 -
	76 -	sehr entwickelt	6,6 -
	82 -	mittel	6,0 -
3 Mon. schwanger	42 -	gut entwickelt	7,8 -
5 - -	32 -	- -	8,1 -
$7\frac{1}{2}$ - -	18 -	schwach	7,3 -
$8\frac{1}{4}$ - -	22 -	gut entwickelt	8,4 -

Man sieht hieraus, dass bei beiden Geschlechtern die Kohlensäurebildung bis zu dem 40—45sten Jahre zu-, und sodann wiederum abnimmt. Bei einem sehr entwickelten Muskelsystem ist die Kohlensäureentwicklung grösser; eben so bei den Männern grösser als bei den Weibern. Bei den Weibern ist die Kohlensäure-Menge caeteris paribus während der Menstruation gleich, steigt nach dem Cessiren derselben, und fällt dann erst mit dem höheren Alter. In der Schwangerschaft steigt sie.

Im Mittel erzeugt ein Mensch von mittlerer Constitution während einer Stunde die Kohlensäure-Menge, welche 10,5—11 Grammen Kohle liefern. Dumas fand im Mittel 10 Gr.; für den Tag also 240—260 Grammen.

Scharlings Versuche, welche auch die Kohlensäure-Menge darstellen, die durch Perspiration ausgehaucht wird, erreichen nicht ganz diese angegebenen Zahlen; dennoch möch-

ten sie wohl in etwas mehr Zutrauen der allgemeinen Richtigkeit verdienen, da sie keine forcirte und angestrengte Respiration hervorgerufen haben, wie es bei den gewöhnlichen Versuchen der Fall sein muss. Scharling fand die Kohlensäurebildung im Schlafe geringer; steigender im wachen, nüchternen Zustande, noch mehr nach dem Essen, stärker, wenn darauf Bewegung erfolgt, und auch sehr stark nach Thee.

Die sechs Personen, die er zu seinen Versuchen anwendete, waren 1) ein 35jähriger Mann von 131 Pfund Gewicht; 2) ein 16jähriger von 115½ Pfd.; 3) ein 28jähriger Soldat von 164 Pfd.; 4) ein 19jähriges Frauenzimmer von 111½ Pfd.; 5) ein 9¾jähriger Knabe von 44 Pfd.; 6) ein 10jähriges Mädchen von 46 Pfd.

Die verbrannte Kohlenstoffmenge betrug

	in 24 Stunden.	in 1 Stunde.
1.	219,47 Gramm.	9,188 Gramm.
2.	224,37 -	9,389 -
3.	239,71 -	9,980 -
4.	165,88 -	6,812 -
5.	133,13 -	5,517 -
6.	126,24 -	5,226 -

Es zeigt sich hierbei, dass Kinder auf einer gleichen Körpermenge berechnet, mehr Kohlensäure bilden. Uebelbefinden vermindert die Kohlensäurebildung.

Brunner und Valentin fanden gleichfalls die Menge des respirirten Kohlenstoffes an sich selbst für die Stunde zwischen 8,7—11 Grammen, im Mittel 10,4 Grammen. Das Volumen der ausgeathmeten Kohlensäure für die Stunde 21,8 Litres; das der ganzen ausgeathmeten Luft = 540 Litr.

Valentin hat mit Brunner auch namentlich die Verhältnisse untersucht, in welchen die ausgeathmete Luft die einzelnen Bestandtheile enthält. Diese Untersuchung, wichtig für die Theorie der Respiration, ist in ihren Resultaten in folgender Tabelle zusammengestellt:

Person.	Zahl der Versuche.	Volumprocente.	Volumsprocente im Verhältniss zu der Atmosphäre fehlenden Differenz des	Gewichtprocente.	Gewichtsprocente im Verhältniss zu der Atmosphäre fehlenden Differenz des
		C O N	O N	C O N	O N
Brunner	Mittel aus 12 Versuchen	4,356; 16,007; 79,547	4,720 + 0,326	6,522; 17,428; 76,516	5,582 — 0,940
	Mittel aus 4 Versuchen	3,825; 16,306; 79,869	4,508 + 0,683	5,749; 17,735; 76,516	5,275 — 0,474
Thomas	Mittel aus 4 Versuchen	4,673; 15,895; 79,432	4,920 + 0,329	6,975; 17,165; 75,860	5,845 — 1,130
Valentin	Mittel aus 2 Versuchen	4,316; 16,143; 79,541	4,671 + 0,356	6,458; 17,481; 76,061	5,529 — 0,929
	Mittel aus 12 Versuchen	4,641; 15,783; 79,576	5,032 + 0,391	6,945; 17,089; 73,965	5,920 — 1,025
	Totalmittel	4,380; 16,033; 79,587	4,783 + 0,402	6,546; 17,373; 76,081	5,637 — 0,909

Man sieht, dass der Stickstoffgehalt der ausgeathmeten Luft sehr nahe mit dem Stickstoffgehalt der Atmosphäre übereinstimmt. Man kann diese Differenz für einen Beobachtungsfehler halten, und würden es auch zweifelsohne mit vollem Recht thun, wenn nicht alle Differenzen in demselben Sinne Statt fänden. Daraus könnte man schliessen, dass dennoch diese Stickstoffdifferenz, wie gering sie auch ist, durch den Athmungsprozess herbeigeführt wird.

Es würde demnach scheinen, als ob bei der Respiration wirklich etwas Stickstoff absorbirt würde. Dieser müsste als solcher in den Körper aufgenommen werden, und wenn er nicht assimilirt wird, wogegen, wie wir oben gesehen haben, die Erfahrungen streiten, auf irgend einem andern Wege als durch die Lungen ausgeschieden werden.

Diese Ausscheidung würde durch die Haut erfolgen können, und daher sich bei Versuchen, wie sie Scharling angestellt hat, der Stickstoffgehalt der Luft nicht ändern können. Aendert er sich dennoch, so würde der Stickstoff aufgenommen werden können.

Eine andere, eben so constante, aber doch deutlicher hervortretende Erscheinung ist die schon oben angeführte, dass das Volumen der exspirirten Kohlensäure kleiner ist, als das des verschwundenen Sauerstoffs, und zwar circa um $\frac{1}{20}$. Die verschiedenen Thierklassen differiren hierin jedoch sehr bedeutend, und jene geringe Menge von Sauerstoff, die durch die gebildete Kohlensäure nicht ersetzt wird, steigt bei Fleischfressern ausserordentlich. Die Enderscheinung der Respiration bleibt also fast völlig bei einer Umwandlung des Sauerstoffs in Kohlensäure stehen; eine kleine Menge Sauerstoff geht in den Körper, dient dort zur Umwandlung anderer Stoffe. vielleicht zum Theil zu der Bildung des Wassers.

Der Vorgang der Einathmung des Sauerstoffs und der Ausathmung der Kohlensäure in den Lungen ist vielleicht ein durchaus mechanischer, welcher sich aus andern genau bekannten physikalischen mit Schärfe erklären lässt. — Man hat angenommen, dass indem das venöse Blut durch die Lungen getrieben würde, reich mit Kohlenstoff beladen, woher seine schwarze

Farbe, es dabei mit Sauerstoff in Berührung käme, der Kohlenstoff durch ihn verbrenne, und als Kohlensäure ausgeschieden würde. Bei der Verbrennung des Kohlenstoffs entwickelt sich Wärme, daher die thierische Wärme.

Die Umwandlung des Blutes aus dem venösen in das arterielle, und die chemische Aufnahme des Sauerstoffs geht jedoch nicht in der Lunge selbst vor sich, vielmehr dient zu dieser Reaction die ganze arterielle Blutbahn. Der Process in den Lungen ist die Erscheinung, welche sich zeigt, wenn zwei Gasarten durch eine feuchte thierische Membran getrennt werden. Graham hat das Diffusionsgesetz experimentell nachgewiesen, nach welchem Gase, die unter gleichem Drucke stehn, sich im umgekehrten Verhältniss der Quadratwurzeln ihrer Dichtigkeit austauschen.

Graham glaubte schon, dass bei der Respiration dieses Diffusionsgesetz allein befolgt werde, wonach denn, bei dem specifischen Gewicht für Sauerstoff = 1,1057, und für Kohlensäure 1,521 das Verhältniss das sein müsste, dass gegen 1 Vol. Kohlensäure die ausgehaucht wird, 1,1728 Vol. Sauerstoff eingeathmet werden.

Nun bieten die Lungen freilich nicht, wie hier angenommen werden müsste, eine thierische feuchte Membran dar, welche zwei verschiedene Gasarten trennt, sondern wir haben auf der einen Seite die eingeathmete atmosphärische Luft, auf der anderen Seite das Blut, welches jedoch mit Gasarten angefüllt ist.

Durch Magnus, van Enschut, Bischoff, Hoffmann u. A. ist mit Genauigkeit nachgewiesen worden, dass das Blut Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff enthält, und zwar, dass das arterielle Blut mehr Sauerstoff als das venöse, dagegen weniger Kohlensäure enthält.

Das venöse Blut wird in den Lungen seiner Gase zum Theil beraubt, tauscht dieselben gegen Sauerstoff aus, und geht nun in das Herz zurück, aus dem es als arterielles Blut in den Körper geleitet wird. Während dieser Circulation, wahrscheinlich in dem Capillargefässnetze wird der Sauerstoff umgewandelt in Kohlensäure, und tritt nun in dem venösen Blute

als diese hauptsächlich hervor. Der Unterschied der Farbe, welchen beide Blutarten zeigen, hängt von der Gegenwart dieser Gasarten ab; denn wenn man venöses Blut mit Sauerstoffgas schüttelt, so findet man, dass die dunkle Farbe verschwindet, und die hellrothe des arteriellen Bluts eintritt, während umgekehrt, die dunkele Farbe des Venenblutes erzeugt wird, wenn arterielles Blut mit Kohlensäure geschüttelt wird. Worauf diese Erscheinung beruht, ist nicht mit Sicherheit ermittelt. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die Form der Blutkörperchen etwas verändert werde, und dadurch auch ihre Farbe modificirt wird. Eine unmittelbare chemische Verbindung, wie man früher angenommen hatte, findet hierbei nicht Statt.

Die Idee, dass der Sauerstoff der eingeathmeten Luft sich in der Lunge unmittelbar mit dem Kohlenstoff zu Kohlensäure verbinde, ist eine sehr erklärliche, und daher auch schon von Lavoisier aufgestellt. Indessen ist diese Annahme völlig unrichtig. Wenn die Lungen der Heerd wären, auf welchem die Verbrennung des Kohlenstoffs vor sich geht, so würde man die Temperatur derselben höher finden, als die des übrigen Körpers, was jedoch nicht der Fall ist.

Die Umänderung, welche das Blut durch das Athmen erleidet, oder die Verschiedenheit des venösen und arteriellen Blutes, muss nun darin bestehen, dass erstens der Wassergehalt des venösen Blutes vermindert wird, indem Wasserdampf fortwährend ausgeathmet wird. Dumas und Prévost fanden daher auch

	Arterielles Blut:		Venöses Blut:	
	feste Stoffe	Wasser	feste Stoffe	Wasser
Schaaf	17,05	82,93	16,36	83,64
Katze	17,56	82,35	17,41	82,59
	19,62	80,38	19,08	80,92
Hammel	17,07	92,93	16,36	83,64

Lecanu fand bei Pferdeblut:

Arterielles:		Venöses:	
feste Stoffe	Wasser	feste Stoffe	Wasser
216,17	783,83	204,320	795,680
214,50	785,50	195,450	804,550

Das Entgegengesetzte fand Nasse bei seinen Versuchen. — Dass die Quantität der Blutkörperchen im arteriellen Blut grösser sei als im venösen, wie Dumas und Prévost, Denis, Lecanu, u. A. behaupten, lässt sich mit unsern jetzigen analytischen Hülfsmitteln nicht erweisen.

Wesentliche Verschiedenheit zeigt das venöse Blut von dem arteriellen durch die Quantität der darin enthaltenen Gase. Magnus Versuche, mit so ausgezeichneter Geschicklichkeit ausgeführt, gaben folgendes Resultat, welches von J. Vogel auf Procente berechnet ist, um eine leichte Uebersicht zu gewähren.

1. Blut von einem Pferde:

	Arterielles enthielt.	Venöses:	
	7,8% Gase, dem Volumen nach	6%	7,3%
Kohlensäure	55,1	7,21	70,4
Sauerstoff	19,3	18,9	17,6
Stickstoff	25,6	9,0	12,0

2. Blut von einem sehr alten, gesunden Pferde:

	Arterielles.		Venöses.
	12,5%	8,3%	11,1%
Kohlensäure	65,6	68,6	65,6
Sauerstoff	25,2	21,6	13,2
Stickstoff	9,2	9,8	21,2

3. Blut von einem Kalbe:

	Arterielles.		Venöses.	
	11,8%	11,7%	8,7%	5,5%
Kohlensäure	64,8	55,5	76,7	79,3
Sauerstoff	24,1	23,8	13,5	12,9
Stickstoff	11,1	20,7	9,8	7,8

Wenngleich diese Zahlen nicht genau mit einander übereinstimmen, so zeigt sich doch das constante Resultat, dass der Sauerstoffgehalt des arteriellen Blutes den des venösen stets übersteigt, und zwar oft um das doppelte.

Durch die Einwirkung des Sauerstoffs auf den Organismus, die man mit einer wirklichen Verbrennungserscheinung

vergleichen kann, wird, wie bei allen chemischen Processen, eine Wärmeentwickelung hervorgebracht, welche wir unter den Namen der thierischen Wärme begreifen. Indessen ist klar, dass da der Athmungsprocess, und der der Umwandlung des Blutes durch den Sauerstoff nicht der einzige chemische Process ist, der im thierischen Körper zu Stande kommt, auch die übrigen vitalen Vorgänge an dieser Wärmeentwickelung Theil nehmen werden. Der Körper wird durch diese Wärmeentwicklung ziemlich gleichmässig erwärmt, und kälter sind nur die Theile, welche an der Wärmeentwickelung gar keinen Antheil nehmen, oder doch durch Leitung und Strahlung eine niedrigere Temperatur besitzen. Die mittlere Temperatur des Menschen ist 37° C. oder fast 30° R. Die verschiedenen Völkerschaften zeigen auch hierin eine Verschiedenheit, jedoch namentlich durch die Abweichungen in der mittleren Temperatur, in der sie sich befinden.

Nach den von John Davy beobachteten Temperaturen findet man z. B. im Mittel bei den Hottentotten 37°,0; bei den Negern 37°,0; den Singalesen 38°,2; den Negeralbinos 38°,6; den Mulatten 38°,2; den Ceylonern 37°; den Vedas auf Ceylon 36°,7; den Malayen 37°,2; den Sipoys in Madras 37° C.

Mehr noch ist die Temperatur des Menschen verschieden nach seinem verschiedenen Alter, so dass sich ungefähr die Temperatur des Erwachsenen zu der des Neugeborenen wie 1 : 1,012; zu dem des 3 Tage alten Kindes wie 1 : 1,02; zu der des anderthalbjährigen wie 1 : 1,025 — 1,03 verhält. Im höchsten Alter fällt die Temperatur wieder. Doch sind die Unterschiede bei Weitem nicht so gross, als die Differenzen der exspirirten Kohlensäure müssten veranlassen, wenn die Bildung derselben die alleinige Wärmequelle wäre, oder nur die übrigen um ein Bedeutendes zu überwiegen vermöchte. Frauen haben, da der Stoffumsatz bei ihnen langsamer vor sich geht, ebenfalls eine etwas niedigere Temperatur, doch ist hier der Unterschied nur sehr gering. Während der Menstruation ist die Temperatur des Weibes höher, ebenso während der Schwangerschaft. Nach Gierse's vortrefflichen Untersuchun-

gen hängt die Temperatur des Menschen und Thieres innig mit der Schnelligkeit des Pulses zusammen.

Durch pathologische Einflüsse wird die Temperatur des Körpers sehr verändert, und die Lähmung der Nerven, ihre Affection hat wesentliche Einwirkung auf die Wärmeentwicklung im Organismus. Diese ist jedoch ganz anders wie sie nach flüchtiger Beobachtung, oder gar nach dem subjectiven Urtheile des Kranken selbst scheint. So kann in der That die Temperatur des Fieberkranken im Frostanfalle höher sein, als im Hitzestadium. Das brennende Gefühl, welches die Haut z. B. der Typhuskranken auf der berührenden Hand erregt, ein wahrer Calor mordax, ist nicht durch eine höhere Temperatur derselben bedingt. Sie ist pergamentartig, trocken, daher besser die Wärme leitend, und vielleicht auch von anderer specifischer Wärme, so dass dadurch eine Täuschung leicht entstehen kann. Ebenso scheint die Haut eines Todten auch viel kälter als die umgebende Atmosphäre, während sie in der That dieselbe ist. Die Beobachtung der Temperatur äusserer Theile ist sehr schwierig mit Genauigkeit auszuführen, daher die Angaben meist fehlerhaft sind. Die Methode der thermo-magnetischen Beobachtung hat noch nicht völlig überwundene Schwierigkeiten, weshalb denn auch Becquerels und Breschets Angaben wahrscheinlich meist ein wenig zu hoch ausgefallen sind.

Bei unterdrückter Respiration, verzögertem Kreislaufe, und endlich eintretendem Tode, sinkt die Wärme mehr und mehr, und gleicht sich endlich mit der äusseren Temperatur aus. Im Innern bleibt sie am längsten höher als die Atmosphäre, bis auch hier die Ausgleichung eintritt. Beim Scheintod ist dies nicht der Fall, daher Nasse's Thanathometer durch thermometrische Messung des Magens in der That ein sicheres Erkennungszeichen abgiebt, ob das Leben erloschen sei oder nicht.

Die Quelle der thierischen Wärme ist der ganze chemische Process der in dem lebenden Organismus stattfindet. Die hauptsächlichste ist die Respiration, oder richtiger, die Umwandlung der Blutbestandtheile durch den aufgenommenen

Sauerstoff. Die Berechnungen welche man hierüber angestellt hat, führen zu trügenden Resultaten, da man die Prämissen in diesem Augenblick nicht genau kennt. Wenn man gleich ziemlich sicher weiss, eine wie grosse Wärmeentwickelung durch ein bestimmtes Vol. Sauerstoff hervorgebracht wird, wenn sich diess mit Wasserstoff oder mit Kohlenstoff verbindet, so kennt man nicht die Menge des auf diese Weise verbrauchten Kohlenstoffes und Wasserstoffs im Organismus. Meine Versuche bei kaltblütigen Thieren haben mich überzeugt, dass die Vorgänge hier noch so wenig gekannt sind, dass man ohne zu Hypothesen in die Luft hineinzugreifen, keine Erklärung von der Erregung der Wärme im Thiere geben kann. Das Eine Resultat nur möchte ich als fast sicher bewiesen anführen, dass die Respiration, oder die Oxydation des Kohlenstoffs, die Erzeugung der Kohlensäure allein, nicht hinreicht, um das Thier auf der Temperatur zu erhalten auf der es sich befindet.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin, Johannisstrasse 4.

Folgende Druckfehler bittet man zu verbessern:

S. 103. Z. 4. v. u. lies rhachitisch st. osteomalacisch.

S. 105. Z. 14. v. u. ebenso.

S. 167. Z. 1. v. u. lies 1844 Bd. 1. 2. 3. st. 1842.

S. 214. Z. 13. v. o. lies Schwangern st. Schwarzen.

S. 237. Z. 12. v. o. lies nur st. nun.

S. 283. Z. 1. v. u. lies 1844 st. 1842.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Marchand, Richard Felix,

Lehrbuch der physiologischen Chemie

Berlin 1844

Bamberg, Staatsbibliothek -- Ch.o.175
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11438235-0